9.

Beiträge

zur

Ophthalmotonometrie.

Inaugural-Dissertation

von

Dr. E. Pflüger
von Neuenstadt, Bern,
gewesenem Assistenzarzte der Berner Augenklinik.

Carlsruhe.
Druck der Chr. Fr. Müller'schen Hofbuchdruckerei.
1871.

Imprimatur.

Bernae, die XX mensis Junii MDCCCLXXI.

C. Emmert
p. t. decanus.

Seinen theuren Eltern

in dankbarer Liebe

gewidmet

vom

Verfasser.

Die Ophthalmotonometrie, ein Kind der jüngsten Zeit, hatte für mich den Reiz des Neuen, allein nicht dieser Reiz des Neuen allein, sondern mehr noch die Ueberzeugung von ihrer grossen, praktischen Bedeutung bestimmten mich zur Wahl meines Themas. Ich hätte mich zwar nicht so leicht zu demselben entschliessen können, da es sehr speciell in die Ophthalmologie hineingreift, hätte ich nicht auf die Leitung und Unterstützung einer erfahrenen Hand rechnen dürfen. Diess ist mir auch in reichem Maasse zu Theil geworden, wofür ich hier

meinem hochverehrten Lehrer,

Professor Dr. H. Dor,

meinen wärmsten Dank ausspreche. Mit dankbarer Anerkennung muss ich auch der zuvorkommenden Aufnahme erwähnen, die mir von Seiten des Herrn Professor Bowman und Dr. Hulke im Moorfield'shospital in London zu Theil wurde, welche mir es ermöglichte, die in Bern gesammelten, tonometrischen Messungen pathologischer Augen, welche mir zum grossen Theil von Professor Dor aus den klinischen Krankengeschichten gütigst zur Verfügung gestellt wurden, nach Belieben zu vermehren.

Beiträge zur Ophthalmotonometrie.

Von Dr. E. Pflüger,
gewesenem Assistenzarzt der Berner Augenklinik.

Die Studien über den intraoculären Druck haben in den letzten Jahren das Interesse der Augenärzte in hohem Grade auf sich gezogen. Von Alters her zwar war die Härte der glaukomatösen Augen in der Ophthalmologie schon hervorgehoben worden. Das grosse Interesse aber, das gegenwärtig dieser Frage geschenkt wird, gewann dieselbe erst durch die Arbeiten von A. v. Graefe, welcher sämmtliche Symptome des Glaukoms als secundäre Erscheinungen durch den erhöhten intraoculären Druck erklärte und die Iridectomie als einziges Heilmittel gegen diese für das Auge so deletäre Krankheit proclamirte. Nach zwei Richtungen hin wirkte das angefachte Interesse befruchtend. Erstens suchte man der Ursache des erhöhten intraoculären Druckes auf die Spur zu kommen und diesem Bestreben verdanken wir die experimentellen Untersuchungen von Wegner, Hippel, Grünhagen, Adamük, Mimoçky, sowie die mannigfachen übrigen Beiträge zur Kenntniss vom Glaukom. Zweitens bemühten sich A. v. Graefe, Donders, Hamer, Dor, Weber, Monnik durch Construction von Ophthalmotonometern dem fühlbar gewordenen Bedürfniss nach einem Gradmesser für den intraoculären Druck Genüge zu leisten. Wenn nun heute die Ophthalmotonometrie auch noch lange kein abgeschlossenes Kapitel ist, so sind doch in dem Bestreben, dem tastenden Finger mit exactern Beobachtungsmitteln zu Hilfe zu kommen, ganz bemerkenswerthe Fortschritte gemacht worden. Allein trotzdem erfreut sich die Tonometrie nicht der Gunst aller Ophthalmologen, sondern hat noch eine grosse Zahl von Gegnern.

In der Berner Klinik wurde ich durch Prof. Dor mit seinem Tonometer genau bekannt und überzeugte mich von dessen praktischer Verwendbarkeit. Als ich mich in der Folge zu tonometrischen Untersuchungen entschloss, hatte Monnik sein erstes, weniger vollkommenes Instrument bereits in seiner Inauguraldissertation beschrieben; trotz wiederholten Schreibens nach Utrecht war kein Exemplar desselben zu bekommen. Es konnten sich daher meine tonometrischen Studien allein auf das mir einzig zu Gebote stehende Tonometer von Dor beziehen; ein anderes der bekannten Tonometer konnte für mich nicht in Frage kommen*). Letztes Jahr hatte ich in Utrecht Gelegenheit, mit Monnik persönlich mich über sein Instrument zu unterhalten und mit demselben einige Messungen anzustellen. Da aber das Material zu dieser Arbeit schon gesammelt war und zu längern Reihen vergleichender Untersuchungen keine Zeit mir zu Gebote stand, beschränke ich mich auf die mit dem Dor'schen Instrumente gefundenen Resultate.

Nachdem ich über die Fehlerquellen des Tonometers in's Klare zu kommen gesucht hatte, entwarf ich zur Vergleichung der Tonometergrade mit dem Manometerdruck eine Tabelle, worin ich den intraoculären Druck normaler Augen in Quecksilbermillimeter auszudrücken versuchte. Hieran reihen sich tonometrische Beobachtungen über die Wirkung des Atropins und der Iridectomie auf den intraoculären Druck und endlich schliesse ich mit den tonometrischen Messungen von etwas über 100 pathologischen Augen.

Es ist zum vornherein bemerkt, dass analog der bisherigen Uebung für die Bedeutung der tonometrischen Druckwerthe die Bezeichnungen „intraoculärer Druck" und „Bulbusspannung" synonym gebraucht werden, obwohl, wie bekannt, der auf die Bulbuswandung übertragene Druck der Binnemedien bei weitem nicht der einzige Factor ist, welcher die tonometrischen Druckwerthe bedingt.

Professor Dor hatte in seiner Arbeit „Ueber Ophthalmotonometrie" angegeben, dass er in's obere Ende des Zifferblattes seines Tonometers ein kleines Loch habe bohren lassen, damit man das Instrument mittelst eines Seidenfadens aufhängen könne**),

*) Für die Geschichte der Tonometrie verweise ich auf die erwähnte Inauguraldissertation von Monnik: Tonometers en Tonometrie, Utrecht 1868.

**) Archiv f. Ophth. XIV. 1, 14.

um es so durch sein eigenes Gewicht wirken zu lassen. Der freie Handdruck, welcher auch bei der grössten Uebung immer etwas schwanken wird, wurde also durch eine Constante, durch die eigene Schwere des Instrumentes, ersetzt. Diese verbesserte Messungsmethode, welche offenbar sicherere Resultate liefern muss, als die frühere, wurde in den letzten Jahren ausschliesslich in der Berner Augenklinik angewendet und so sind auch sämmtliche in dieser Arbeit angeführten Messungen nach derselben angestellt.

Weber*) in Darmstadt hatte zu dieser neuen Messungsmethode hingeleitet, indem er die Ersetzung des freien Handdruckes durch eine Constante als eine Conditio sine qua non für die Erreichung von verwerthbaren Resultaten erklärte. Zur Erläuterung der neuen Applicationsweise sei hier noch beigefügt, dass der Seidenfaden, an dem das Tonometer hängt, am besten mit den Zähnen vom Beobachter festgehalten wird, während die eine Hand die Lider geöffnet erhält und die andere bei dem sachten Aufsetzen des Instrumentes, allein in leitendem Sinne, mitwirkt. Mit der Einführung dieser neuer Messungsmethode ist zweifelsohne die grösste der Fehlerquellen der Dor'schen Tonometers beseitigt.

Fehlerquellen des Dor'schen Tonometers.

Von verschiedenen Seiten wurde dem Tonometer von Dor der Vorwurf gemacht, dass er an Fehlern leide, welche seine Brauchbarkeit in Frage stellen. Durch eine vielfache Anwendung des Instrumentes waren wir hingegen zu derselben Ueberzeugung gelangt, welche Professor Dor früher ausgesprochen hatte, dass nämlich das Instrument, weit entfernt von mathematischer Genauigkeit, für die Praxis genügt, dass mit demselben Differenzen der intraoculären Druckes nachgewiesen werden können, welche dem tastenden Finger entgehen. Es musste uns daher interessiren, die erhobenen Vorwürfe genauer zu untersuchen und die Fehlerquellen des Instrumentes zu prüfen.

Vorerst müssen wir die Stimmen berücksichtigen, welche das Princip des Instrumentes als incorrect bezeichnen.

Weber bezeichnet die mit demselben erhaltenen Resultate als einigermassen vergleichbar, „einigermassen, erlaube ich mir zu sagen, weil ich noch nicht einsehen kann, wie die Tiefe des Eindrucks, mit der sich zugleich der intraoculäre Druck steigert, berechnet werden soll, da sie ja durch nichts am Instrumente an-

*) Arch. f. Ophth. XIII. 1, 202.

gezeigt wird.“ Die Tiefe des Eindruckes kann allerdings nicht direct abgelesen werden, ist aber sehr leicht zu berechnen; man hat zu diesem Zwecke einfach den bei der Druckmessung gefundenen Werth von 50 abzuziehen, um die gesuchte Grösse in Millimeterzwanzigstel ausgedrückt zu erhalten. Am deutlichsten wird diess durch ein Beispiel. Zeigt z. B. die Nadel bei der Krümmungsmessung eines Auges die Zahl 25, so wissen wir, dass die Höhe der gemessenen Sehne $^{15}/_{20}$ Mm. beträgt, da ja die Gradeintheilung mit 10 beginnt.

Nun wird zur Druckmessung der Stift um 2 Mm. vorgeschraubt mit der gefundenen Zahl — 15 als Ausgangspunkt, d. h. der Stift wird um $^{40}/_{20} - ^{15}/_{20} = ^{25}/_{20}$ Mm. über die Randfläche der Hülse vorgeschoben, resp. die Hülse um diese Quote zurückgeschraubt. Wäre nun der Bulbus im strengen Sinne des Wortes steinhart, so dass er gar nicht nachgeben könnte, so würde der Stift um 2 volle Millimeter zurückgeschoben, die Nadel würde erst auf 50 stehen bleiben; wäre umgekehrt der Bulbus ganz weich, ohne jegliche Spannung, so dass der Stift um 2 ganze Millimeter einsänke, so würde sich die Nadel natürlich nicht von der Stelle regen. Nehmen wir aber an, dass z. B. die Nadel auf 25 zur Ruhe kommt, so beweist diess, dass der Stift um 50 — 25 = 40 — 15 = 25 Zwanzigstel eines Millimeters in den Bulbus eingesunken ist; Tiefe der Grube hier also gleich $^{25}/_{20}$ Mm. Es ist klar, dass mit wachsendem intraoculärem Drucke die Kraft, mit welcher die Feder gehoben wird, zunimmt, während zugleich die Tiefe der Grube eine geringere wird. Dieser Umstand macht es verständlich, warum bei relativ bedeutender Erhöhung des intraoculären Druckes die Nadel des Tonometers nur langsam vorwärts schreitet. Würde das Instrument angeben, ähnlich wie das Monnik'sche, eine wie grosse Kraft erforderlich ist, um dieselbe Tiefe der Grube hervorzubringen, so würde seine Nadel allerdings rascher höhere Zahlen angeben. Es ist diess aber für uns von keinem weitern Belang, da wir durch die Reduction der Tonometergrade in Hg.-Mm. die beste Interpretation unserer Messungen erhalten.

Von anderer Seite wird behauptet, dass es unmöglich sei, bei der Anwendung des Instrumentes mit einer Constanten zu arbeiten, da ja die Kraft dasjenige sei, das gemessen werde. Es ist aber doch sicher, dass, wenn das Gewicht des Instrumentes, eine bekannte Grösse, allein und ausschliesslich als Druckkraft benutzt wird, diese Druckkraft eine constante ist und bleibt, was

allerdings bei den ersten von Professor Dor veröffentlichten Messungen nicht der Fall war.

Untersuchen wir nun die Fehlerquellen, welche die Messungen mit dem Instrumente unsicher machen können, so finden wir, dass es derselben zahlreiche gibt, in Theorie zwar mehr als in der Praxis. Wir möchten dieselben so gruppiren: a. Eigentliche Fehlerquellen, welche dem Tonometer nothwendig eigen sind; b. Fehlerquellen, welche ihren Ursprung einer unrichtigen oder ungenauen Applicationsweise verdanken; c. Fehlerquellen, welche im Verhalten der Patienten begründet sind.

a. Fehlerquellen, die dem Instrumente nothwendig eigen sind.

1. A priori ist anzunehmen, dass die Feder ihre Spannung mit wechselnder Temperatur und durch längern Gebrauch verändern wird. Die wenigen Grade Unterschied in der Temperatur eines im Winter geheizten Zimmers und der Temperatur der wärmeren Jahreszeit haben einen so minimen Einfluss auf die Federspannung, dass derselbe nicht ohne feinere Messungsmethoden nachgewiesen werden kann. Für den Fall, dass durch Alter und Gebrauch eine Spannungsveränderung der Feder bedingt werden sollte, kann dieselbe leicht durch das jedem Exemplar beigefügte Normalgewicht von 15 Grm. controlirt werden.

2. Monnik*) betonte mit Nachdruck, dass die Reibung des Mittelstiftes eine zu grosse sei, wodurch ihm das Instrument ungeschickt zur Krümmungsmessung erscheint. Monnik hat das Dor'sche Tonometer und speciell diesen Punkt der Reibung in seiner ersten Arbeit einer einlässlichern Kritik unterworfen, auf die ich hier zurückkommen muss. Er prüfte u. A. die Angaben der Nadel auf dem Gradbogen und zwar so, dass er das Instrument in vertikaler Richtung durch eine Klemme gerade über der Mitte der einen Schale einer feinen Waage befestigte; auf die andere Waagschale legte er behutsam Gewichte auf und klopfte, bei jeder neuen Belastung, sachte mit dem Nagel gegen die Klemme. Er kam dabei zu folgenden Resultaten. Setzte er die Indexnadel ausser Thätigkeit und vermehrte er die Belastung grammweise von 10—60 Grm., so erhielt er Differenzen von 1—4 Grm., und zwar stets in negativem Sinne, d. h. die Angaben der Tonometernadel waren immer kleiner, als die correspondirende Belastung der an-

*) loc. cit.

dern Waagschale. Die Differenzen waren bei geringer Belastung am grössten und nahmen bei Vermehrung der Belastung stetig ab. Bei der Belastung von 14—18 Grm. betrug sie 4 Grm., bei 59 Grm. nur noch 1 Grm. Spielte die Indexnadel mit, wie es für die richtige Verification der Angaben nothwendig ist und wurden wieder von 15—67 Grm. Gramm zu Gramm auf die Waagschale gelegt, so schwankten die Differenzen zwischen 5 und 9 Grm., ebenfalls in negativem Sinne. Legte Monnik bei ausser Thätigkeit gesetzter Indexnadel, statt grammweise vorzugehen, immer 10 Grm. auf einmal hinzu, so blieb die Nadel um 7 bis 13,5 Grm. hinter der Belastung zurück, und liess er bei dieser letzten Methode die Indexnadel sich mitbewegen, so waren seine Ergebnisse folgende:

10 Grm.	Belastung	entsprachen	10	Tonometergraden,
20 „	„	„	12	„
30 „	„	„	14	„
40 „	„	„	25	„
50 „	„	„	40	„
60 „	„	„	49,5	„
70 „	„	„	50,5	„

Da, wie bekannt, die Eintheilung des Gradbogens genau empirisch festgestellt worden war, so zwar, dass man das Instrument umgekehrt in verticaler Richtung befestigt, grammweise den Stempel mit Berücksichtigung seines Gewichtes belastet und jeweilen den Stand der Nadel markirt hat, wunderten mich die Mittheilungen von Monnik nicht wenig. Ich prüfte daher ebenfalls das Instrument, und zwar das in der Berner Klinik seit mehreren Jahren gebrauchte Exemplar, nach zwei Methoden.

Erstens folgte ich der eben angegebenen Methode, nach welcher die Gradeintheilung gefunden war. Ich kehrte das Tonometer um und legte Gewichte auf, zwar nicht grammweise, sondern stets 10 Grm. auf einmal, immer mit dem Gebrauch der Indexnadel. Zu bemerken ist noch, dass ich, wie Monnik, jedesmal sachte mit dem Nagel gegen die Klemme oder blos gegen den Tisch klopfte. Ich erhielt:

10 Grm.	Belastung	entsprechen	15,5	Tonometergraden,
20 „	„	„	25,5	„
30 „	„	„	35,5	„
40 „	„	„	45,5	„
50 „	„	„	55,5	„

Es blickt aus den gefundenen Zahlen eine constante positive Differenz von 5,5 Grm., welche nicht einmal einer Schwankung von 0,5 Graden unterliegt. Die 5,5 Grm. repräsentiren das Gewicht der Stange weniger ihre Reibung (a—b).

Zweitens wendete ich genau die von Monnik eingeschlagene Methode an und untersuchte das Instrument mit der Waage, liess die Indexnadel sich mitbewegen und klopfte jedesmal leise mit dem Nagel an den Tisch.

20	Grm.	Belastung	entsprechen	13	Tonometergraden,
30	„	„	„	23	„
40	„	„	„	33	„
50	„	„	„	43	„
60	„	„	„	53 ·	„

Die Zahlen 13, 23 etc. sind die Mittelzahlen von drei Ablesungen; so oft aber auch Versuche angestellt wurden, ergaben sich nie Abweichungen von diesen Mittelzahlen, die 1° betrugen, immer waren sie $< 1^0$, meist $< 0,5^0$, ein nicht geringer Abstand zu den Monnik'schen Schwankungen von 16 u. 19°. Um bei abgehobener Feder den Mittelstift in verticaler Richtung einzuschieben, mussten 7 Grm. auf die andere Waagschale gelegt werden, eben jene in der letzten Versuchsreihe gefundene negative Differenz. In diesen 7 Grm. ist also Gewicht der Stange plus Reibung (a + b) enthalten. Aus a + b und a — b erhalten wir für a = Gewicht der Stange 6,25 Grm., für b = Reibung 0,75 Grm., während Monnik für letztere 1,6 Grm. angibt. Eine Erklärung für die grossen Differenzen zwischen den Monnik'schen und meinen Resultaten fand ich allein darin, dass das Monnik zu Gebote stehende Exemplar ein besonders unbrauchbares sein musste. Ich hatte letzten Winter Gelegenheit, mir dieses Exemplar in der Utrechter Klinik selbst anzusehen und überzeugte mich, dass dasselbe wirklich einen etwas grössern Reibungswiderstand darbot, als das von uns benutzte. So richtig Monnik's Angaben für sein Exemplar sein mögen, so wenig dürfen sie auf die ganze Species, wenn ich mich so ausdrücken darf, auf das Instrument als solches bezogen werden. Allerdings muss zugegeben werden, dass der Reibungswiderstand bei horizontaler Application des Instrumentes, wie sie zur Krümmungsmessung benutzt wird, ein grösserer wird, als bei verticaler. Ungenauigkeiten und Fehlerquellen können daraus blos bei sehr weichen Augen erwachsen; auf Augen hingegen, deren intraoculärer

Druck nicht weit unter der Norm oder gar über derselben steht, für welche vorzüglich die tonometrische Messung eine praktische Wichtigkeit besitzt, hat diese Reibung keinen Einfluss; die zu messende Fläche wird in keiner bemerkenswerthen Weise durch den Widerstand, welchen der Stift entgegensetzt, in ihrer Form verändert.

Drittens. Monnik hob ferner hervor, dass der elfenbeinerne Stift zu dick sei; er fürchtet, dass durch die grosse Dicke desselben die Stelle der Sklera, welche der Tubus zu berühren kommt, in ihrer Form verändert werde. Wir treffen in dieser Frage ein ähnliches Verhältniss an, wie in der Frage der Reibung. Für sehr weiche Augen, wo der Stift um $^{30}/_{20}$ Mm. und mehr einsinkt, mag sich die Veränderung der Oberfläche bis zu der Tubuszone erstrecken. Ist aber der intraoculäre Druck nicht weit unter der Norm oder gar über derselben, so dass die Tiefe der Grube $^{25}/_{20}$ Mm. oder weniger beträgt, so wird die mögliche Veränderung der Skleralfläche in der Tubuszone sehr klein. Um zu sehen, wie gross und wie constant der Einfluss der Dicke des Stiftes sei, liess ich einen elfenbeinernen Stiftansatz construiren, der gerade den halben Dickendurchmesser des gewöhnlichen hatte, und stellte mit diesen beiden Stiften vergleichende Messungen an 45 Augen an. Die Krümmung erhielt ich mit Ausnahme von 5 Fällen für beide Stifte genau gleich; in keinem der betreffenden 5 Fälle betrug die Differenz mehr als 0,5 Zwanzigstel Millimeter. Für die Spannung erhielt ich mit dem dünnen Stift durchschnittlich um 5 Tonometergrade geringere Werthe, als mit dem dickeren, mit extremen Differenzen von 3, 5 und 6 Graden, welche aber nur ganz ausnahmsweise beobachtet wurden. In diesem Punkt, glaube ich, könnte leicht eine Verfeinerung des Instrumentes erzielt werden. Würde dem elfenbeinernen Stiftansatz die Hälfte oder auch nur ein Drittel seines gewöhnlichen Dickendurchmessers gegeben, so könnte das ganze Instrument leichter gebaut werden und der Tubus könnte, ohne eine bemerkenswerthe Fehlerquelle zu induciren, etwas enger gemacht werden. Dieser letztere Umstand böte den Vortheil, dass das Instrument an manchen Augen mit enger Lidspalte viel bequemer und sicherer applicirt werden könnte, als es gegenwärtig der Fall ist. Eine Veränderung des Stiftansatzes würde natürlich wieder eine neue Tabelle für die Vergleichung mit dem Manometer nothwendig machen.

Viertens. Die neue Ansatzhülse, welche nachträglich von Dor angegeben wurde, welche, statt der Sklera in ihrer ganzen Peripherie aufzuliegen, dieselbe nur in 2 Punkten berührt, um die Krümmung in verschiedenen Meridianen zu messen, könnte dadurch Anlass zu fehlerhaften Messungen geben, dass das Instrument leicht etwas schief angelegt würde. Der alte, nicht ausgeschnittene Hülsenansatz erleichtert eine richtige Einstellung des Tonometers und auch des zu messenden Auges, weil leicht zu controliren ist, ob er allseitig gleichmässig der Sklera anliegt. Eine schiefe Haltung des Tonometers bedingt natürlich falsche Messungsresultate, da 1. die Reibung grösser wird und 2. die Constante ganz unregelmässig auf die verschiedenen Theile der Tubusperipherie und des Stiftes vertheilt wird. Aus diesem Grunde wurde der neuere Hülsenansatz verlassen und der alte wieder instituirt.

Fünftens. Muss ich hier einen Umstand erwähnen, der, streng genommen, nicht hierher gehört, aber doch von praktischem Interesse ist. In dem Exemplar, das mir im Moorfieldhospital in London von Prof. Bowman zur Benutzung überlassen wurde, gewahrte ich bald einen Fehler, der bis dahin nicht bemerkt war. Der fixe Nullstrich correspondirte nicht mit dem Nullstrich der Drehscheibe, sondern mit dem 2. kleinen Theilstrich desselben, d. h. die Endfläche des Mittelstiftes befand sich erst in derselben Ebene mit der untern Begrenzungsfläche der Hülse, wenn die Scheibe um 3 halbe Theilstriche über den 0-Punkt nach rechts gedreht wurde; der Mittelstift stand um $^3/_{20}$ Mm. zu hoch; hieraus ergab sich ein constanter Fehler für die Krümmungsmessung von $^3/_{20}$ Mm., der natürlich auf die Druckmessung zurückwirken musste. Ein mit dem Instrument ganz Vertrauter konnte zwar auch so richtige Resultate erhalten, wenn er vom 3. Theilstrich als 0-Punkt ausging. Dieser Fehler des Instrumentes ist kein wesentlicher und wird einfach korrigirt, dadurch, dass die Stange um 1 oder 2 Zähne tiefer in dem Zahnrad eingehakt wird.

Die 5 bis dahin angeführten Punkte, welche a priori als Fehlerquellen imponiren können, schrumpfen also bei genauer Betrachtung auf ein Minimum zusammen. Punkt 1, 4 und 5 fallen vollständig dahin, 2 und 3 sind theoretisch nicht abzustreiten, haben aber in praxi einen äusserst geringen Werth; ich schätze denselben höchstens auf 0,5 Grade.

b. Fehlerquellen, welche ihren Ursprung einer unrichtigen oder ungenauen Applicationsweise verdanken.

Jeder, der mit dem Dor'schen Tonometer noch nicht ganz vertraut ist, wird anfangs eine Reihe von Fehlern in der Anwendung desselben begehen, die weniger dem Instrumente als solchem, als ihm, dem Beobachter, zur Last zu legen sind und welche er nach einiger Uebung leicht zu vermeiden lernen wird.

1. Der hauptsächlichste Fehler, welcher bei der Application des Tonometers bis jetzt begangen wurde, ist wohl der, dass die Krümmung beim Vorschieben des Stiftes um 2 Mm. nicht in der richtigen Weise berücksichtigt wurde. Wir sind überzeugt, dass, trotzdem Dor wiederholt auf diese nothwendige Berücksichtigung aufmerksam gemacht hat, die Primärstellung des Stiftes und nicht sein bei der Krümmungsmessung gefundener Stand meistens als Ausgangspunkt für die 2 Mm. genommen wurde. Wie die Krümmung bei der Druckmessung in Rechnung zu bringen ist, haben wir oben in dem Beispiel für die Berechnung der Tiefe der Grube bereits erläutert.

2. Den zu messenden Augen muss eine möglichst gleichmässige Stellung gegeben werden. Eine Vernachlässigung dieses Punktes führt ebenfalls zu Fehlern. Ich lasse gewöhnlich den Kopf des Patienten um nicht ganz einen halben rechten Winkel nach der entgegengesetzten Seite wenden und lasse einen nahen, an dieser Seite, ungefähr in derselben Höhe mit dem Kopf sich befindlichen Gegenstand fixiren. Der Bulbus wird dadurch einfach um seine vertikale Axe in mässigem Grade nach innen gerollt, und präsentirt eine in der grossen Ueberzahl der Fälle vollkommen genügende freie Skleralstelle zur Application des Instrumentes dar. Uebermässige Seitenwendung ohne Drehung des Kopfes oder ein entgegengesetztes Verfahren können geringe Veränderungen des intraoculären Druckes bedingen. An Augen von Lebenden bin ich über die Grösse des Convergenzeinflusses zu keinem fertigen Urtheil gekommen; an Leichenaugen hingegen überzeugte ich mich wiederholt, dass das Tonometer zwischen minimaler und mit der Pincette forcirter, grösstmöglicher Adduction Differenzen von 3 und 4 Graden anzeigt.

3. Das Tonometer muss vollkommen ruhig und sachte der Sklera aufgesetzt werden; geschieht dieses Aufsetzen nur einigermassen heftig, zu rasch, so wird durch den elastischen Rückstoss

der Sklera leicht die Feder geschnellt und die Nadel über die richtige Stelle hinausgeschoben. Ganz ähnlich verhält es sich beim Abheben des Instrumentes vom Bulbus.

4. Jede schiefe Haltung des Instrumentes muss aus weiter oben angeführten Gründen zu fehlerhaften Resultaten leiten.

Der erste dieser 4 Punkte kann eigentlich nicht als Fehlerquelle angesehen werden, sondern muss als Messungsfehler bezeichnet werden, der überhaupt nicht vorkommen darf. Die letzten 3 Punkte enthalten Fehlerquellen, denen vollständig auszuweichen, nicht sehr leicht ist, namentlich nicht in den ersten Messungen, bis man einige Fertigkeit in denselben erlangt hat. Die Grösse dieser Fehlerquellen lässt sich wohl am sichersten aus der Vergleichung von Messungen beurtheilen, die von verschiedenen Beobachtern an denselben Augen ausgeführt werden. Zu dem Behufe unternahmen mein Freund Dr. Diem und ich die Messung von 12 Augen, unabhängig von einander, ohne dass der eine die Zahlen des andern zum Voraus kannte. Das Ergebniss war, dass unsere Werthe in 5 Fällen um 1^{0}, in 5 andern Fällen um 0,5^{0} und in 2 Fällen um 0^{0} von einander differirten. Da uns diese Zahl von Messungen zu geringe schien, um daraus Schlüsse zu ziehen, machten wir uns an 10 weitere Augen in Gemeinschaft mit unserm Collegen Dr. Burkhalter. In den ersten 6 von diesen 10 Fällen stimmten die Resultate von Diem und die meinigen vollkommen überein, während die von Burkhalter in 4 Fällen um 1^{0}, in 2 Fällen um 0,5^{0} von den unsern differirten. In den letzten 4 Fällen hingegen fielen die Resultate sämmtlicher Beobachter vollständig zusammen. Die Differenzen waren also bei den ersten dieser Vergleichungsmessungen am grössten und nahmen stetig bis zum Verschwinden ab. Es bestätigt sich hieraus mit Deutlichkeit die Behauptung:

> dass die in 2, 3 und 4 angeführten Fehlerquellen hauptsächlich für denjenigen existiren, welcher mit dem Instrumente noch wenig umgegangen ist und dass dieselben mit zunehmender Uebung in der Anwendung continuirlich kleiner und schliesslich 0 werden. Wir greifen daher eher zu hoch als zu niedrig, wenn wir den Durchschnittswerth dieser 3 Fehlerquellen auf 0,5^{0} schätzen.

c. Fehlerquellen, die vom Verhalten des Patienten abhängen.

Der Patient kann eine richtige Messung unmöglich machen

1. dadurch, dass er mit den Lidern klemmt. Das Klemmen der Lider erhöht zunächst den intraoculären Druck und verhindert ferner eine freie Aufsetzung des Tonometers: sobald die Lider den Tubus berühren oder gar gegen denselben angepresst werden, kann natürlich nicht das ganze Gewicht des Instrumentes frei wirken, ein Theil der Constanten wird durch sie aufgehoben. In manchen Fällen leistet der Lidhalter gute Dienste, welcher die Uebertragung des durch die Lider ausgeübten Druckes auf den Bulbus verhindert und in Fülle freien Raum schafft.

2. Dadurch, dass er das Auge während der Messung bewegt. Ein guter Theil der Patienten hält zwar ruhig, viele aber können nicht umhin, ein wenig zu zucken. In Bezug auf dieses Verhalten des Patienten bietet der Dor'sche Tonometer den praktischen Vortheil vor dem Monnik'schen, dass ganz schwache Bewegungen desselben nicht merklich schädlich influenziren, eher das sanfte Klopfen des Nagels gegen Tisch oder Klemme imitiren, während die Messungen mit dem empfindlichen Monnik-schen durch minime Zuckungen gleich wesentlich alterirt werden, der Zeiger wird gleich um einige Theilstriche weiter geschnellt. Da aber die Begriffe „schwach, ganz schwach" sich nicht objektiv definiren lassen, sind wir geneigt, diesem Faktor als Fehlerquelle einen Werth von 0,5 ⁰ beizumessen.

Es bleibt allerdings noch eine gewisse Quote von Patienten übrig, bei denen das Instrument unmöglich vertraueneinflössende Resultate liefern kann, Patienten ohne Willen, die klemmen, kneifen und ihre Augen unstät herumirren lassen, nervöse, hysterische Weiber, oder ebenso häufig unruhige Männer. Fälle, wo die Zuckungen überhaupt nicht dem Willen unterworfen sind, wie die von Nystagmus, gehören natürlich auch hierher. In diesem Falle ist aber mit keinem Instrumente, am wenigsten mit noch feinern und empfindlichern als das Dor'sche, irgend etwas auszurichten. Die Palpation bleibt hier einzig massgebend.

Resümiren wir, was wir bei der Untersuchung der 3 verschiedenen Reihen von Fehlerquellen gefunden haben, so sehen wir, dass jede der 3 Reihen eine durchschnittliche Breite der möglichen Fehler von 0,5 ⁰ To. liefert, zusammen 1,5 ⁰. Hiebei ist vorausgesetzt, dass das Instrument vollkommen richtig construirt und eingestellt sei. Wir sind aber fest überzeugt, dass bei verständigen Patienten die in der letzten Reihe angeführten Fehlerquellen ganz wegfallen, dass ferner bei grösserer Uebung in der Handhabung des Instrumentes auch die der 2. Reihe ver-

schwindend klein werden. Unter diesen günstigen, allerdings nicht immer zusammentreffenden Umständen würde sich die Breite der möglichen Fehler auf 0,5 ° = circa 6 Mm. Hg. reduciren. Dieses Resultat ist für uns ein vollständiger Beleg für die Richtigkeit des Ausspruches, dass das Instrument für die Praxis genügt. Eine Differenz von 6 Mm. Hg. im intraoculären Druck herauszupalpiren, wird kaum im Bereich der Möglichkeit liegen. So viel ich mich erinnere, hat A. v. Graefe sich dahin geäussert, dass eine Differenz, kleiner als 10 Mm. Hg., dem tastenden Finger entgeht. Um aber eine Differenz von 10 Mm. richtig zu schätzen, muss man schon eine Uebung besitzen, wie sie A. v. Graefe eigen war.

Durch die Resultate der Untersuchungen über die Fehlerquellen des Tonometers ermuthigt, versuchte ich, ähnlich wie Dor es für die Anlegungsweise mit freier Hand früher bereits gethan hatte, den den einzelnen Tonometergraden entsprechenden intraoculären Druck in Hg.-Mm. auszudrücken. Ich unternahm die Messung von 20 Menschenaugen, kurz nach dem Tode, vollständig nach demselben Principe, welches von Dor bei seinen Messungen an Menschenaugen*) in Anwendung gezogen worden war. Die Augen wurden also in Situ untersucht; mittelst der Luftpumpe wurde nur Wasser, nicht Luft in den Glaskörperraum injicirt. Bei der Auswahl der zu benützenden Augen liess ich mich allein von dem Momente leiten, möglichst frisch nach dem Tode dieselben für die Messungen zu erhalten.

Tab. I. gibt die Druck- oder Spannungswerthe von 20 Menschenaugen in Tonometergraden an, bei allmälig von 0—300 Mm. Hg. zunehmendem intraoculärem Druck. Erst steigt das Quecksilber im Manometer langsamer, von 20—90 Mm. je um 6 oder 4 Mm., nicht um 5, weil diese weniger genau abzulesen waren, von 90—200 Mm. je um 10 Mm. und endlich von 200—300 Mm. um je 20 Mm. Aus den 20 Messungsreihen sind zum Schlusse die Mittelzahlen berechnet. Der Vollständigkeit halber notirte ich in Tab. I. die Krankheiten, an denen die Patienten gestorben, ferner in der ersten Zahlenreihe in horizontaler Richtung das Alter der Patienten und endlich in der letzten horizontalen Reihe, in Stunden ausgedrückt, die Zeit nach dem Tode, in der die Messungen vorgenommen wurden.

---

*) Arch. f. Opht. XIV. 1. 24.

Tab. I.

Manometerdruck in Millimetern	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Mittelzahl
	Ramseier, S. Complicirte Fractur	Nägeli, C. Necrosis oss. metatars. Ablatio pedis	Eichenberger, S. Typhus	Stäheli, Jak. Hernia incarcerata	Schmied, Joh. Fractura cranii	Niederhäuser, M. Tuberculosis	Keller, El. Typhus	Miescher, M. (O. d.) Typhus	Ead. (O. s.)	Huber, Ros. Tuberculosis	?	Hofer, Joh Peritonitis traum.	Schmied, Jak. Pyaemie.	Brönnimann, Joh.	Weber, Jak. (O. s.) Tuberculosis	Idem. (O. d.)	Stäheli, Jak. Meningitis chron.	Wyss, Joh. Hernia incarcerata	?	?	
Alter	14	16	19	29	38	39	42	44	44	44	46	48	50	62	63	63	64	68	?	?	
0	17	15	16	23	17	16	20	18	17	15	20	17	17	21	21	19	22	20	17	16	18,2
10	20	15	17	25	20	—	17	—	—	—	20,5	21	20	16	18	17	22	18	20	15	18,8
20	19	17 (14)	21	26	21	20	18	21,5	21,5	17	21	21	20,5	19	22 (20)	18	—	23	19	15	20
26	19	15	—	26	—	—	—	—	23,5	—	—	23	20,5	—	—	—	22	25	19	17	21
30	19	—	23	26	23	21	20	22,5	24,5	18,5	22	23,5	21,5	—	23	22	24	26	19	18	22
36	20,5	18	23	—	—	—	22	23	—	24	23	22,5	22,5	—	22,5	22,5	—	27	20,5	18,5	22,1
40	23	19	24	25	25	22	23	24,5	25	25	—	24	23	22	23	23	—	28	23	20	23,4
46	24	19	25	—	26	—	24	22,5	—	26	23,5	24	22	—	—	24	28	—	24	24	24
50	24	20	24	26	26	23	24	24	—	26	24	24,5	25	24	26	25,5	—	30	24	25	24,7
56	25	22	—	26,5	27	23,5	24,5	26	—	—	—	26	26	—	—	—	28,5	29,5	25	—	25,8
60	26	21	27	—	27	24	25,5	—	26	26,5	25,5	27	27	25,5	27	26	28,5	—	26	27,5	26
64	27	22	—	—	—	—	—	24	—	27	26,5	—	27	—	—	25,5	—	—	27	28	26
70	28	24	29	28,5	28	27	27	24,5	26	28	28	28	29	26	27,5	26	29,5	30	28	27	27
74	28	24	—	—	—	—	—	—	26	28,5	28,5	—	28	—	—	—	31	30	27	29	28
80	—	25	30	30	29	27,5	28	25	27	29,5	29	28,5	30	29	28	26	—	31	—	28	28,2
84	29	26	—	—	—	—	—	25	—	30	30	—	—	—	—	—	31,5	31,5	29	—	29
90	29	26	30,5	31,5	30,5	28	29	25	29	31	30	29,5	32	30	30	29	32,5	33	29	30	29,8
100	30	26	30,5	32,5	31	29	31	—	30	31,5	30,5	30	32,5	31	30	30	34	34	30	31	30,8
110	30,5	26	31	33,5	32	29,5	32	—	31,5	—	31,5	31	34,5	33,5	30,5	31,5	36	35	30,5	32	31,8
120	31	27	31,5	34	33	30	33	—	32,5	32,5	33	32	35	35	32	32	37,5	36	31	33	32,7
130	31	27	—	34,5	34	30,5	34	31	33	34	35	33	36	35,5	—	33	37,5	—	31	34	33,2
140	32	28	33	35	34,5	32	34,5	—	34	35	37	33	37	36	33	33,5	—	—	32	34,5	33,8
150	—	29	34	37	35	33	35,5	—	—	35,5	38,5	33,5	38	36,5	34	34	—	—	32	—	34,7
160	33	30	35	—	—	—	35	34	35	36	39	33,5	39	38	35	—	—	—	—	—	35,2
170	32	—	—	37,5	36	34	—	34	—	37	40	34	39	38,5	36	35,5	—	—	33	—	35,9
180	—	31	—	37,5	36	—	36,5	35	35,5	—	39,5	34,5	39,5	39,5	37	—	—	—	34	—	36,2
190	34	—	—	37,5	37	—	—	—	—	—	—	35	—	39,5	36,5	36	—	—	—	—	36,5
200	34,5	—	36	38	37	35	38	37,5	37	38	—	35	—	—	36,5	—	—	—	34,5	—	36,6
220	—	—	—	38,5	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36,5	—	—	34,5	—	36,9
240	34,5	—	—	39	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	—	37,1
260	35,5	—	—	39,5	38,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,5	38	—	—	35	—	37,5
280	36,5	—	—	39,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	38,5	—	—	36	—	37,9
300	37	—	—	40	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	39	—	—	37	—	38,5
Zeit p. mort. in Stunden	20	?	26	7	16	22	12	14	19	12	?	24	17	5	5	4	11	12	?	?	

Betrachten wir zunächst die Reihe der Mittelwerthe und vergleichen dieselben mit den früher von Dor mitgetheilten, so springt in die Augen, dass die Zahlen unserer Skala fast durchgehends viel kleiner sind, als jene. Die Tension des normalen todten Auges ist in beiden Reihen dieselbe, nämlich 18,2^0 To. Für den Druck von 10 Mm. Hg. hat Dor eine Abnahme des Tonometerwerthes um $^1/_4{}^0$ constatirt, was in dem Ausfluss einer geringen Menge des Humor aquaeus seinen Grund hatte. Unser Durchschnittswerth ist, Dank der grossen Zahl der Beobachtungen, auf 18,8^0 To. gestiegen, trotzdem in 5 Fällen ebenfalls ein Sinken sich eingestellt hatte. In Fall XV beträgt dieses Sinken 3^0, in XIV sogar 5^0 und wurde beiderseits durch einen geringen Verlust von Humor vitreus verursacht. In XVI, XVIII und XX floss kein Humor vitreus aus; die tonometrische Abnahme erklärt sich hier wohl dadurch, dass beim Einführen des feinen Trocards durch die Sklera so stark auf den Bulbus gedrückt werden musste, dass das Blut, welches sich noch in den Binnenvenen befand, vollständig aus denselben ausgetrieben wurde. 20 Mm. Hg. entsprechen in beiden Reihen genau 20^0 To. Für 30 Mm. Hg. ergibt sich eine Differenz von 2$^3/_4{}^0$ To., für 50 Mm. Hg. eine solche von 4,3^0 To. und von nun an aufwärts erhält sich eine Differenz von ungefähr 4^0 To., ein Beweis, dass auch bei Application des Instrumentes mit freier Hand von Dor ein ziemlich constanter Druck angewendet wurde. Es hindert nichts, anzunehmen, dass annähernd dieselben Differenzen für die Messungen an Lebenden gelten werden.

Dor hatte schon auf das eigenthümliche Verhältniss zwischen der Zunahme des manometrischen Druckes und dem Steigen der Tonometerangaben aufmerksam gemacht. Consultiren wir unsere Tabelle über diesen Punkt, so bestätigt sie jene Angaben im Allgemeinen. Der Uebersicht halber mögen die Differenzen der tonometrischen Angaben für je 10, von 200 Mm. an für je 20 weitere Hg. Mm. hier ausgesetzt werden.

Für ein Steigen des Hg. von	0	bis	10	Mm. steigt das Ton. um	0,6^0,
„ „ „ „ „ „	10	„	20	„ „ „ „ „	1,2^0,
„ „ „ „ „ „	20	„	30	„ „ „ „ „	2^0,
„ „ „ „ „ „	30	„	40	„ „ „ „ „	1,4^0,
„ „ „ „ „ „	40	„	50	„ „ „ „ „	1,3^0,
„ „ „ „ „ „	50	„	60	„ „ „ „ „	1,3^0,
„ „ „ „ „ „	60	„	70	„ „ „ „ „	1^0,
„ „ „ „ „ „	70	„	80	„ „ „ „ „	1,2^0,

Für ein Steigen des Hg. von 80 bis 90 Mm. steigt das Ton. um $1,6^0$,
" " " " " " 90 " 100 " " " " " 1^0,
" " " " " " 100 " 110 " " " " " 1^0,
" " " " " " 110 " 120 " " " " " $0,9^0$,
" " " " " " 120 " 130 " " " " " $0,5^0$,
" " " " " " 130 " 140 " " " " " $0,6^0$,
" " " " " " 140 " 150 " " " " " $0,9^0$,
" " " " " " 150 " 160 " " " " " $0,5^0$,
" " " " " " 160 " 170 " " " " " $0,7^0$,
" " " " " " 170 " 180 " " " " " $0,3^0$,
" " " " " " 180 " 190 " " " " " $0,3^0$,
" " " " " " 190 " 200 " " " " " $0,1^0$,
" " " " " " 200 " 220 " " " " " $0,3^0$,
" " " " " " 220 " 240 " " " " " $0,2^0$,
" " " " " " 240 " 260 " " " " " $0,4^0$,
" " " " " " 260 " 280 " " " " " $0,4^0$,
" " " " " " 280 " 300 " " " " " $0,6^0$.

Vorerst sehen wir, dass die Zunahme der Tonometerwerthe eine continuirliche ist und dass keine negative Schwankung zu beobachten ist, ferner dass diese Zunahme nach oben fast durchgehends eine geringere wird. Weit deutlicher als für Differenzen von 10 Mm. Hg. tritt das fortwährende und unregelmässige Kleinerwerden dieser Zunahmen für grössere Differenzen im Hg.-Druck hervor.

Für ein Steigen des Hg. von 0 bis 50 Mm. steigt das Ton. um $6,5^0$,
" " " " " " 50 " 100 " " " " " $5,1^0$,
" " " " " " 100 " 150 " " " " " $4,9^0$,
" " " " " " 150 " 200 " " " " " $1,9^0$,
" " " " " " 200 " 300 " " " " " $1,9^0$.

Die geringen Tonometerdifferenzen für das Steigen des Hg. von 0—20 Mm. erklären sich aus den oben angeführten Gründen. In einzelnen Fällen, wo jene störenden Umstände des Glaskörperausflusses und des plötzlichen Entweichens des Venenblutes gar nicht oder weniger wirksam mitspielten, sehen wir gleich Anfangs ein rasches Steigen des Tonometers, so in IV und XVIII ein solches von 3^0, in V, VI und XII eines von 4^0, in III sogar eines von 5^0.

Auffallend ist, dass der Zeiger des Tonometers bei dem Steigen des Hg. von 60 auf 70 Mm. nur um 1^0 vorgerückt ist, während doch die beiden folgenden Zunahmen bei Vorrücken des Hg. auf 80 und 90 Mm. mehr als 1^0 betragen. Suchen wir bei-

spielsweise dieser einen Unregelmässigkeit in der Reihe der tonometrischen Differenzen auf den Grund zu kommen, so finden wir, dass beim Fortschreiten von 60 zu 70 Mm. Hg. in 2 Fällen das Tonometer gesunken, in 2 andern Fällen stabil geblieben und in 3 Fällen blos um 0,5 ⁰ gestiegen ist. In 2 Fällen also beobachten wir eine negative Schwankung in der Spannung der Sklera und es drängt sich die Frage auf, zu welchen Schlüssen gelangen wir über die negative Schwankung im Allgemeinen bei der Prüfung unserer Einzelfälle, während in der Reihe der Mittelwerthe eine solche ganz vermisst wird, und wie verhalten sich dieselben zu den von Ad. Weber*) über diesen Punkt mitgetheilten Resultaten? Weber fand constant eine negative Schwankung in der Spannung der Bulbushäute und zwar für die Sklera meist bei einem Drucke von 60—90 Mm. Hg. 1—2 ⁰ To. betragend. Aus unsrer Tabelle geht hervor, dass die Erscheinung an 12 Augen eintrat, an mehreren Augen aber (I, II, VIII, XIII und XV) sich wiederholte. Die 18 beobachteten negativen Schwankungen vertheilen sich nach dem verschiedenen Drucke:

Auf den Druck von	20 bis 50	Mm. Hg. kommen	9	neg. Schwankung.,
„ „ „ „	60 „ 90	„ „ „	6	„ „
„ „ „ „	160 „ 180	„ „ „	3	„ „

Es geht hieraus also hervor, dass eine negative Schwankung bei mehr als der Hälfte der gemessenen Augen beobachtet wurde und zwar zur Hälfte der Fälle bei einem Drucke unter 60 Mm. Hg., ein Drittel der Fälle nur bei einem Drucke zwischen 60 und 90 Mm. Hg. Auf zwei dieser Schwankungen mache ich besonders aufmerksam, auf Fall II und XV, wo ich bei demselben Drucke von 20 Mm. Hg. zuerst 17 und 22, eine Weile später 14 und 20 ⁰ To. fand. Ich habe Grund, diesen Zahlen vollkommen zu vertrauen, da jede derselben das Mittel von mindestens drei Beobachtungen ist und dafür gesorgt war, dass die Stellung der Augen in keiner Weise alterirt wurde. Worin der Grund für die Differenzen zwischen den Erfahrungen von Weber und den unsern liegt, vermag ich nicht zu entscheiden; am wahrscheinlichsten scheint es mir, dass das langsame Steigen des Hg. den Bulbushäuten erlaubt hat, sich mehr allmälig auszudehnen und dass die Structurveränderungen in denselben, auf die wir, wenigstens für die Schwankungen bei etwas höherem Drucke, unbedingt recurriren müssen, nicht immer so plötzlich auftraten. Damit stimmt auch

*) Arch. f. Ophth. XIII. 1, 208.

ganz gut das häufige Stabilbleiben des Tonometers bei steigendem Hg.

Werfen wir noch einen Blick auf Tab. I, um zu sehen, ob sich aus ihr irgend welche Schlüsse über den Einfluss des Alters, der lethalen Krankheit und der Zeit nach dem Tode, in der experimentirt wurde, ziehen lassen. In Rücksicht auf das Alter lassen sich die 18 Fälle, in denen dasselbe bekannt ist, gruppiren in solche unter 45 und in solche über 45 Jahren.

Für die erste Gruppe, für die Fälle unter 45 Jahren, ergibt die Spannung, bei 0 Mm. Hg., einen mittlern Tonometerwerth von 17,4 ^{0}, für die zweite Gruppe hingegen einen solchen von 19,6 ^{0}. Letzterer übersteigt also den ersten um 2,2 ^{0}, was mit den weiter unten folgenden Bestimmungen der Tonometerwerthe des normalen lebenden Auges in verschiedenem Alter in gutem Einklang steht. In der ersten Gruppe finden wir den niedrigsten Druck, 15 ^{0} To., in einem Fall von langwieriger Knocheneiterung, welche endlich die Ablatio pedis zur Folge hatte, ferner in einem Falle von Tuberculosis. Die Tension 16 ^{0} To. findet sich in einem Fall von Tuberculosis und bei einem Typhus. Diesen die Körperkräfte so herunterbringenden Krankheiten gegenüber weist eine Hernia incarcerata (IV), eine Krankheit mit raschem Verlauf, die höchste Tension von 23 ^{0} To.; zufällig wurde dieser Fall auch sehr früh, d. h. schon 7 Stunden nach dem Tode der Messung unterworfen. Aus der zweiten Gruppe erhellt kein so auffallender Einfluss der Krankheit auf die Tension des todten Bulbus. Was endlich die Zeit nach dem Tode anbelangt, so lassen sich keine einigermassen exacte Schlussfolgerungen gewinnen. Im Allgemeinen sehen wir allerdings, dass höhern Stundenzahlen eher niedere Tensionswerthe entsprechen und vice versa. Bemerkenswerth ist, dass die Tension in den 3 Typhusaugen in umgekehrtem Verhältniss zu der Zeit post mortem steht.

Nicht ohne Interesse schien uns die Berücksichtigung der Form der 20 Bulbi und deren Veränderung bei steigender Manometersäule. Um die Druckwerthe der Tab. I zu erhalten, mussten ohnedies die Krümmungen vorher gemessen werden. In Tab. II finden sich diese Krümmungen etwas gedrängter zusammengestellt. In der letzten Reihe sind ebenfalls die Durchschnittswerthe ausgesetzt.

Die Zahlen in Tab. II drücken in Zwanzigstelmillimeter die Höhe eines Kreissegmentes aus, welches bestimmt wird durch den Durchmesser der An-

satzhülse und der Einschiebung des Mittelstiftes, aus dem der ganze Kreis leicht zu berechnen ist*); sie sagen aus, um wie viel Zwanzigstel eines Millimeters der Mittelstift bei der Messung eingeschoben wurde.

Tab. II.

Druck in Hg.-Mm.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Durchschnitt
0	6	5	4	13,5	12	11	12	5	7	15	6	6	5	10	14	15	9	12	7	11	9,3
10	9	7	—	13,5	15	17	13	—	—	—	8	12	5	7	14	15	9	—	—	—	11
20	11	14	13	13,5	15	17	13	14	12	—	—	—	6	—	14	16	—	—	14	13	13,3
30	11	15	—	13,5	—	—	—	15	12	14	—	14	—	—	14	16	14	12	14	14	13,7
40	14	15	13	14	—	17,5	13	15	13,5	15	11	14	8	13	14	16	14	12	15	14	13,7
50	15	15	13	14	15	—	13,5	15	13,5	15	11	14	—	13,5	15	16	14	12	15	14	14,4
60	15	15	14	14	15	17,5	13,5	15	14	15	12	14	—	14	15	16	14	—	15	—	14,6
70	16	15	14	14	—	—	13,5	15	15	15	12	—	—	14	15	16	14	—	15	14,5	14,5
80	16	15	—	14	—	17	—	15	15	15	—	15	11	14	—	16	—	12,5	—	14,5	14,6
90	16	16	14	14	—	17	13,5	15	15	15	12	15	11	14	15	16	14	13	15	14	14,4
100	16	16	14	14	14	17	13,5	15	15	14	12	15	11	14	14,5	16	14	13	—	14	14,4
120	15,5	16	14	—	14	16,5	13,5	—	15	14	12	15	11,5	14,5	—	15	14	13	16	14	14,2
140	15,5	15	—	—	—	16	14	—	—	13,5	12	—	11,5	15	—	15	—	—	—	13,5	14,1
160	15,5	15	14	13	—	—	14	—	15	—	12	14	—	—	14	—	—	—	—	—	14,1
180	15,5	—	—	13	14	—	14	17	—	—	12	14	12	14,5	14	14	—	—	15	—	14,1
200	15	—	14	13	13	—	13	15	15	—	—	—	—	14,5	13,5	14	—	—	—	—	13,9
220	15	—	—	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	13,8
240	15	—	—	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	13,8
260	14	—	—	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,6
280	13,5	—	—	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,5
300	13,5	—	—	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	14	—	—	—	—	13,4

Die Mittelzahlen lehren, dass die nach dem Tode mehr oder weniger schlaffe Sklera sich bei einem bis 60 Mm. Hg. künstlich gesteigerten intraoculären Drucke continuirlich stärker wölbt, immer mehr eine der Kugelform sich nähernde Gestalt annimmt. Den grössten Effect haben die 20 ersten Mm. Hg., die Höhe des Kreissegmentes wächst um 4, während die folgenden 50 Mm. Hg. nur ein Wachsthum derselben von 1,3 Zwanzigstel eines Millimeters bedingen. Auf diese $^{4}/_{20}$ Mm. jedoch ist kein grosses Gewicht zu legen, da den ersten 2 horizontalen Reihen, den Krümmungswerthen für 0 und 10 Mm. Hg. wenig Anspruch auf Ge-

*) Arch. f. Ophth. XIV. 1, 18.

nauigkeit zukommt. Die Sklera war in der guten Hälfte der Fälle (I, II, III, VI, VIII etc.) so wenig gespannt, dass sie dem geringen Widerstand, welchen der Stift bei der zur Krümmungsmessung gewählten horizontalen Anwendung des Tonometers setzt, nachgab und sich abflachte. Es macht sich hier also das unter den Fehlerquellen angeführte Moment a. 2 geltend, aber, wie früher schon angeführt, gilt diess nur bei ganz geringer Spannung. Bei einem Drucke von 20 Mm. Hg. ist diese Fehlerquelle schon so klein, dass sie vollständig insensibel wird.

Bei einem Drucke von 60—80 Mm. Hg. bleibt die Skleralwölbung dieselbe. Eine minime Schwankung zeigt sich allerdings in dem Mittelwerth für 70 Mm. Hg., die aber unter den Einzelfällen kein Analogon hat, was natürlich nicht sein kann, da das Tonometer keine so feine Differenzen misst. Bei Erhöhung des Druckes von 80 auf 90 Mm. Hg. wird die Wölbung etwas flacher, bleibt bis 100 Mm. Hg. dieselbe und flacht sich von da bis 300 Mm. Hg. ganz langsam, aber stetig ab. Die Kugel wird eine grössere. Die Höhe des Kreissegmentes wird durch die letzten 200 Mm. Hg. nur um $^1/_{20}$ Mm. verkürzt.

Aus der Betrachtung der einzelnen Fälle geht hervor:

1. dass die absolute Grösse der Bulbi ganz bedeutend schwankt. Die extremen Fälle sind VI und XIII, wo bei 80 Mm. Hg. die Differenz der Segmenthöhle $^6/_{20}$ Mm. beträgt;
2. dass die Elasticität resp. Rigidität der Sklera eine höchst differente ist. Während Auge XVI schon bei 20 Mm. Hg. seine grösste Skleralwölbung erlangt hat, findet diess für das Auge VIII erst bei 180 Mm. Hg. statt. Während Auge X und XV schon bei 100 Mm. Hg. anfangen, sich abzuflachen, d. h. sich zu dehnen, behalten andere ihre grösste Krümmung bis zu 200 Mm. Es gibt auch Fälle, wo gar keine Abflachung zu Stande kam, wie z. B. in III; allein in keinem dieser Fälle war die Drucksteigerung über 200 Mm. Hg. fortgesetzt.

Um über die Verhältnisse der Elasticität der Bulbuskapsel und deren Rückwirkung auf den intraoculären Druck einigen Aufschluss zu bekommen, unternahm ich an 9 schon in den 2 ersten Tabellen figurirenden Augen die tonometrischen Druckmessungen bei langsamer Verminderung des künstlich erhöhten Druckes. Die 9 Augen sind aus den früheren 20 ausgewählt mit keiner andern Rücksicht als der auf die Zeit, ob es mir jeweilen möglich war, die ziemlich zeitraubende Messung be-

quem zu Ende zu führen oder nicht. Die Reihen a. und b. in Tab. III bezeichnen immer den tonometrischen Werth für denselben Hg.-Druck, a. bei steigender; b. bei sinkender Manometersäule. Sämmtliche Zahlen der Tab. III haben also gleiche Bedeutung wie die der Tab. I; sie drücken den intraoculären Druck in Tonometergraden aus.

Tab. III.

Druck in Hg.-Mm.	IV		V		VI		X		XII		XIII		XIV		XV		XVI		Mittlere Differenz
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
0	23	25	17	11	16	14	15	14	17	—	17	22	21	10	21	20	19	—	2,6
10	25	26,5	20	12	—	—	—	—	21	21	20	23	16	12	18	21,5	17	10	1,8
20	26	—	21	12	20	17	17	21	21	21	20,5	26	19	15	22	23	18	15	1,1
30	26	27	23	16	21	17	18,5	23	23,5	23	21,5	27	—	18	23	—	22	16	0,9
40	25	—	25	19	22	18	25	24	24	24	23	28	22	20	23	23	23	21	1,3
50	26	29	26	24,5	23	19	26	25	24,5	26,5	25	—	24	—	26	—	25,5	23	0,7
60	—	—	27	—	24	22	26,5	26	27	27	27	31	25,5	23,5	27	26	26	—	0,3
70	28,5	29	28	26	27	24	28	—	28	—	29	32	26	25	27,5	27,5	26	—	0,4
80	30	—	29	27	27,5	25	29,5	28	28,5	30	30	—	29	27,5	28	—	26	—	1,2
90	31,5	—	30,5	—	28	—	31	—	29,5	—	32	34	30	—	30	28	29	—	0
100	32,5	—	31	31	29	28	31,5	31	30	30	32,5	36	31	30	30	—	30	29	0
110	33,5	34	32	—	29,5	—	—	—	31	—	34,5	36	33,5	31,5	30,5	—	31,5	—	0
120	34	—	33	—	30	30	32,5	32	32	31	35	37	35	34	32	31	32	31,5	0,3
130	34,5	34	34	32,5	30,5	—	34	—	33	—	36	37	35,5	—	—	—	33	—	0,3
140	35	—	34,5	—	32	—	35	33	33	—	37	—	36	—	33	34	33,5	—	0,5
150	37	35	35	—	33	31	35,5	—	33,5	34	38	38	36,5	36	34	—	34	33,5	0,8
160	—	35	—	—	—	—	36	36,5	33,5	—	39	38	38	37,5	35	34	—	—	0,5
170	37,5	—	36	—	34	—	37	—	34	—	39	39	38	—	36	—	35,5	34	0,8
180	37,5	35,5	36	—	—	—	—	—	34,5	35	39,5	—	38,5	—	37	35,5	—	—	1
190	37,5	36	37	—	—	—	—	—	35	—	—	—	39,5	39	36,5	—	36	—	1
200	38	36	37	—	35	—	38	—	35	—	—	—	39,5	—	36,5	36	—	—	1,3

Die mittlern Differenzen sind durchgehends positiv, d. h. um diese Werthe ist das mittlere a. grösser als das mittlere b. Diese Differenzen erreichen ihren höchsten Betrag zu Anfang und zu Ende der Reihe, bei schwacher oder ganz starker Erhöhung des intraoculären Druckes; zwischen 80 und 140 Mm. Hg. sind sie 0 oder nur 0,3 ° To. Ich halte dafür, dass diese mittleren Differenzen viel zu klein ausgefallen sind und dass wir der Wahrheit näher kommen, wenn wir durchschnittlich + 1 denselben zuzählen. Der Grund hiefür liegt darin, dass die Augen IV, XII und XIII fast durchgehends eine negative Differenz

aufweisen, dass b. bei ihnen grösser ist als a., während bei den 6 andern Augen die Differenzen positiv sind. Ich bin geneigt, anzunehmen, dass zufällige Ausflusserschwerungen, wie theilweise Verlegung der feinen Canüle durch Glaskörper u. s. w. diese negativen Differenzen bedingten. Als Resultat stellt sich demnach heraus: Erhöhen wir den intraoculären Druck im todten Auge auf 200—300 Mm. Hg., so erhalten wir für dieselbe Höhe der Hg.-Säule bei abnehmendem Drucke durchschnittlich um 0,5—1 resp. 1,5—2 ⁰ geringere Tonometerwerthe, als bei wachsendem Drucke; bei ganz hohem und namentlich bei ganz niederem Drucke sind die Differenzen bedeutend grösser, als bei mittlerem Drucke. Die Bulbuskapsel wird bei einem Drucke von 200 Mm. Hg. über den Coëfficienten ihrer vollständigen Elasticität hinaus gedehnt.

Tab. IV.

Druck in Hg.-Mm.	IV		XIV		XV	
	a	b	a	b	a	b
0	13,5	13	10	5	14	12
10	13,5	13	7	9	14	14
20	13,5	13	—	—	14	14
30	13,5	13	—	—	14	—
40	14	13	13	14	14	14,5
50	14	13	13,5	—	15	15
60	14	13	14	14	15	15
70	14	13	14	—	15	15
80	14	13	14	14	—	14,5
90	14	13	14	14,5	15	—
100	14	13	14	14,5	14,5	14
120	—	13	14,5	14,5	—	—
140	—	—	15	14,5	—	13,5
160	13	13	—	—	14	13,5
180	13	13	14,5	14,5	14	13,5
200	13	13	14,5	14,5	13,5	13,5

Zu ähnlichen Schlussfolgerungen wie die vergleichenden Druckmessungen bei zu- und abnehmendem Hg.-Druck leiten die correspondirenden vergleichenden Krümmungsmessungen. Da dieselben von keinem weitern Interesse sind, führe ich in Tab. IV beispielsweise nur drei dieser Beobachtungen an. Auge IV behält seine Krümmung 13, die es bei 20 Mm. Hg. erlangt hatte, durchweg bei; die gedehnte Sklera contrahirt sich gar nicht. Die Sklera des Bulbus XIV contrahirt sich allerdings, aber unvollständig; für 40 Mm. Hg. beträgt a. $^{13}/_{20}$, b. $^{14}/_{20}$ Mm.; die ersten beiden Angaben für 0 und 10 können aus bekannten Gründen nicht berücksichtigt werden. In XV contrahirt sich die Sklera vollständig, aber nur langsam bei relativ niederem Hg.-Drucke. Die übrigen 6 Bulbi, bei denen in gleicher Weise die vergleichenden Krümmungsmessungen vorgenommen wurden, bieten wesentlich dasselbe Verhalten.

Intraoculärer Druck normaler Augen.

Einmal in Stand gesetzt, an der Hand unsrer Tabelle I sämmtliche Tonometermessungen in Hg.-Mm. auszudrücken, stellten wir uns als nächste Frage die Bestimmung des intraoculären Druckes in normalen Augen. Bei der Prüfung der bis jetzt über diesen Punkt gemachten Angaben von Weber in Darmstadt, von Dor und von Monnik ergibt sich, dass derselbe nichts weniger als erledigt ist.

Weber fand durch tonometrische Messungen an circa 50 lebenden Augen für die Grösse des normalen intraoculären Druckes, bei einer Schwankung von 14 ^{0}, von 25—39, einen Mittelwerth von 29 ^{0}. Weber betrachtet aber selbst diesen Werth als zu hoch, er spricht sich folgendermassen darüber aus.*) „Bedenkt „man aber, dass die durch die Aufsetzung des Tonometers ver-„anlassten Auslösungen unwillkürlicher Muskelcontractionen, die, „wie ich gefunden habe, bei einiger Heftigkeit die Spannung plötz-„lich auf 40—50 ^{0} heraufschrauben können, die Werthe sicher „um eine Quote erhöht haben; bedenkt man ferner, dass die „meisten Werthe zwischen 25 und 33 ^{0} mit gradweiser Steigerung „schwanken und die hohe Mittelzahl nur durch einige plötzliche „Steigerungen auf 38—39 ^{0}, die ohne Zwischenglieder da stehen, „erreicht ist, so glaube ich, ist es erlaubt, die normale Span-„nung der Sklera auf 26—27 ^{0} Ton. herabzusetzen, was dann „einem Hg.-Drucke von 30—40 Mm. entspricht. Dieser übertrifft „aber doch noch den durch die Palpation im Durchschnitt ge-„fundenen Werth, der sich nicht höher als auf 20—30 Mm. Hg. „beläuft, bei 30—40 Mm. oft allerdings die normale Resistenz „noch nicht überschritten angibt.“ Weber bestimmt so die Breite der physiologischen Schwankung auf 20—40 Mm. Hg.

Dor gibt als Durchschnittswerth für den normalen, intraoculären Druck 27 ^{0} To = 37 Mm. Hg. an.**) Da dies aber das Ergebniss seiner nach der alten Methode angestellten Messungen war, so lässt sich zum vorn herein schliessen, dass die tonometrische Angabe etwas zu hoch ausgefallen sei.

Monnik äussert sich in seiner letzten Arbeit „Ein neuer Tonometer und sein Gebrauch“ ***) u. A. so über den normalen intraoculären Druck: „Wahrscheinlich ist die Grenze zwischen der

*) Arch. f. Opht. XIII. 1. 209.
**) Arch. f. Opht. XIV. 1. 25.
***) Arch. f. Opht. XVI. 1. 72.

„normalen und der krankhaft veränderten Spannung nicht für „jedes Auge dieselbe und für kein einzelnes Auge mit Ge„nauigkeit zu bestimmen.“ Normal nennt er die Augen bei wel„chen ein Druck von 10—15 ⁰ erforderlich ist, um eine Grube „von $^1/_4$ Mm. hervorzubringen.“ Leider aber sind die Monnik'schen Angaben mit den unsrigen nicht vergleichbar, so lange sie nicht ebenfalls in Hg.-Mm. umgesetzt werden können. Von besonderem Interesse für mich waren die Angaben Monnik's über den merkbaren Einfluss des Alters auf die Spannung des Bulbus, da mir ein solcher gleich anfangs bei meinen Messungen aufgefallen war. Er gibt an, dass, um einen Eindruck von $^1/_4$ Mm. zu erhalten

beim Alter von	10—20,	20—40,	40—60 Jahren
ein durchschn. Druck von	12 ⁰	12,5 ⁰	14,6 ⁰ erforderlich ist.

Monnik fügt aber noch die reservirende Bemerkung hinzu, dass die Zahl seiner Beobachtungen zu klein sei, um diesen Einfluss als sicher zu erachten.

Um der Lösung unserer Frage näher zu kommen, unternahm ich die Messung von circa 100 normalen, lebenden Augen. Es sind die Messungen in Tab. V einfach nach der Grösse der gefundenen Tonometerwerthe und innerhalb dieser Grenzen meistens nach dem Altersrange geordnet.

Tab. V.

Tonometrische Untersuchungen von 102 normalen Menschenaugen.

Krümmungen in $^1/_{20}$ Mm. gemessen.

Nr.		Kr.	To. ⁰
1	Ryf, Christian, 12 Jahr. O. s	19	22
2	Bösch, Joh., 8 J. O. s.	18	22,5
3	Mai, Adolf, 16 J. O. d.	15,5	22,5
4	Jakob, Friedr., 21 J. O. d. Typhusreconvalescent .	14	22,5
5	Id. O. s.	14,5	22,5
6	Jaggi, M., 22 J. O. d. Typhusreconvalescent . . .	15	22,5
7	Id. O. s.	15	22,5
8	Messerli, Marie, 5 J. O. d.	18	23
9	Zingg, Rosina, 7 J. O. d.	17,5	23
10	Bigler, Marie, 11 J. O. s.	15	23
11	Schmied, Emil, 22 J. O. d.	16	23
12	Bieri, Christ., 13 J. O. d.	15,5	23

Nr.		Kr.	To.⁰
13	Amstutz, Marie, 17 J. O. s.	16	23
14	Laurenti, Otto, 20 J. O. d.	15	23
15	Matthys, Jak., 21 J. O. d.	14	23
16	Moser, Gottfr.. 23 J. O. d.	15	23
17	Id. O. s.	15	23
18	Streit, Chr., 24, O. s.	13	23
19	Müller, Friedr., 23 J. O. d. Typhusreconvalescent .	14,5	23
20	Id. O. s.	15	23
21	Mosimann, S., 41 J. O. d. Perichondritis laryngea .	15	23
22	Grimm, Chr., 66 J. O. d. Leukaemia	16	23
23	Id. O. s.	15	23
24	Bigler, Marie, 11 J. O. d.	15	23,5
25	Liechti Jakob, 15 J. O. d.	18	23,5
26	Begeler, Rud., 22 J. O. d.	14	23,5
27	Id. O. s.	14	23,5
28	Streit, Christ., 24 J. O. d.	13	23,5
29	Gerber, Christ., 10 J. O. s.	14,5	24
30	Koller, Lina, 10 J. O. d.	17	24
31	Ead. O. s.	17	24
32	Bieri, Christ., 13 J. O. s.	15,5	24
33	Mai, Adolf, 16 J. O. s.	16	24
34	Hofer, Joh., 17 J. O. d.	16,5	24
35	Amstutz, M., 17 J. O. d. (O. s. Nr. 13)	14	24
36	Flückiger, Andreas, 20 J. O. d.	14	24
37	Id. O. s.	14	24
38	Lehmann, Christ., 21 J. O. s.	13,5	24
39	Hodel, Marie, 22 J. O. d.	14	24
40	Brechbühl, Ulrich, 26 J. O. d.	14	24
41	Friedrich, Christ., 30 J. O. d.	16	24
42	Kohler, Marie, 30 J. O. d.	14	24
43	Ead. O. s.	14	24
44	Zwahlen, Christ, 35 J. O. d.	16,5	24
45	Sorgen, Joh., 35 J. O. d.	14,5	24
46	Id. O. s.	14,5	24
47	Marg, Simon, 35 J. O. s.	14	24
48	Stucki, Friedr., 44 J. O. s.	15	24
49	Rüfenacht, Magdal., 55 J. O. d.	14	24
50	Burri, Anna, 25 J. O. d.	18	24,5
51	Ead. O. s	18	24,5
52	Kummer, Jakob, 18 J O. d.	13,5	24,5
53	Dreier, Anna, 24 J. O. d.	14,5	24,5
54	Ead. O. s.	15	24,5
55	Sommer, Anna, 40 J. O. d.	15	24,5
56	Ead. O. s.	15	24,5
57	Rüfenacht, Magdal., 55 J. O. s. (O. d. = Nr. 49) .	14	24,5

Nr.		Kr.	To. °
58	Niklaus, Gottfried, 30 J. O. d.	15	24,5
59	Id O. s.	15	24,5
60	Biedermann, Gottfr, 14 J. O. s.	14	25
61	Matthys, Jakob, 21 J. O. s. (O. d. Nr. 15) . . .	14	25
62	Hodel, Marie, 22 J. O. d.	14,5	25
63	Brechbühl, Ulrich, 26 J. O. s.	14,5	25
64	Jost, Elisabeth, 28 J. O. s.	14	25
65	Stoller, Marg., 31 J. O. d	14,5	25
66	Ead. O. s.	15	25
67	Keller, Joh., 38 J. O. d.	12,5	25
68	Zaugg, Joh., 38 J. O. s	13	25
69	Röschli, Frau, 40 J. O. d.	17	25
70	Stucki, Friedr, 44 J. O. d.	14	25
71	Siegerist, Frau, 50 J. O. d.	15,5	25
72	Aeschbach, Abraham, 51 J. O. d.	15	25
73	Weiermann, Joh., 55 J. O. d.	15	25
74	Kunz, Samuel, 57 J. O. d.	16	25
75	Bächler, Rud., 64 J. O. d.	13,5	25
76	Id. O. s.	14	25
77	Zehnder, Joh., 71 J. O. d.	13	25
78	Hiltbrunner, Gottfr., 35 J. O. s.	15	25,5
79	Keller, Joh., 38 J. O. s. (O. d. = Nr. 67) . . .	13,5	25,5
80	Röschli, Frau, 40 J. O. s. (O. d. = Nr. 69) . . .	16	25,5
81	Rolli, Samuel, 41 J. O. d.	12	25,5
82	Id. O. s.	12	25,5
83	Frei, Maria, 50 J. O. d.	16	25,5
84	Ead O. s.	15	25,5
85	Kunz, Samuel, 57 J. O. s.	16	25,5
86	Stucki, Joh., 63 J. O. s.	14	25,5
87	Jonas, Nikolaus, 64 J.	15	25,5
88	Zehnder, Joh., 71 J. O d. (O. s. = Nr. 77) . . .	13	25,5
89	Hiltbrunner, Gottfr, 35 J. O. d. (O. s. = Nr. 78) .	15	26
90	Ulrich, Jakob, 41 J. O. s.	14	26
91	Zaugg, Joh., 38 J. O. d.	15	26
92	Feller, David, 54 J. O. d.	17	26
93	Friedli, Friedr., 58 J. O. d.	13	26
94	Christen, Nikol., 58 J. O. s.	13	26
95	Siegerist Frau, 50 J. O. s. (O d. = Nr. 71) . . .	15	26
96	Krebs, Anna, 60 J. O. s.	15	26
97	Stucki, Joh., 63 J. O. d. (O. s. = Nr. 86) . . .	13,5	26
98	Friedli, Friedr., 58 J. O. s. (O. d. = Nr. 93) . .	13	26,5
99	Jonas, Nikolaus, 64 J O. d. (O. s. = Nr. 87) . .	14	26,5
100	Bohnenblust, Rud. 72 J. O. d.	12,5	26,5
101	Christen, Nikol., 58 J. O. s. (O. d. = Nr. 94) . .	12,5	27
102	Bohnenblust, Rud., 72 J. O. s. (O. d. = Nr. 100) .	12	27

Nehmen wir summarisch das Mittel aus sämmtlichen Beobachtungen, so erhalten wir bei einer Schwankung von 5 ^{0} To. = 30—70 Mm. Hg. für die normale Spannung des Auges einen Mittelwerth von 24,5 ^{0} To. = 50 Mm. Hg. Dieser steht, wie wir vermuthet hatten, hinter der Dor'schen Mittelzahl in den Tonometergraden zurück, während zugleich eine höhere, gleichwerthige Hg.-Säule eine von 50 statt von 37 Mm. beansprucht. Aehnlich verhält sich unser Resultat zu den Angaben von Weber, der doch ebenfalls die eigene Schwere des Instrumentes als Constante benützt hatte; Weber ist ja geneigt, die mittlere Tension normaler Augen, wie bereits oben angeführt, auf 26—27 ^{0} To. = 30—40 Mm. Hg. oder eher etwas darunter, auf 20—30 Mm Hg., zu schätzen. Dessenungeachtet haben wir keinen Grund, an unsrer Mittelzahl zu zweifeln, da sie sich auf umfangreichere Beobachtungen basirt, die zudem keine Schwankungen von 14 ^{0}, sondern nur solche von 5 ^{0} aufweisen.

Von mehr Bedeutung aber, als die Berechnung eines allgemeinen Mittelwerthes schien uns, bei dem augenfälligen Einfluss des Alters auf die Spannung des Bulbus, das Eingehen auf diese Relation, um wo möglich die Norm und die Breite der physiologischen Schwankung für die Skleralspannung in den verschiedenen Lebensperioden zu bestimmen.

Zur leichteren Uebersicht stelle ich die gefundenen Tensionswerthe in Beziehung zum Alter in Tab. VI noch einmal zusammen. Die zweite Reihe enthält den den Tonometergraden der ersten Reihe entsprechenden Hg.-Druck nach Tab. I.

Tab. VI.

Tension in		Summa der Beobachtungen	Alter			
To.-Grad	Hg.-Mm.		unter 25 Jahren	25—45 Jahre	45—65 Jahre	über 65 Jahre
22	30	1	1	—	—	—
22,5	37	6	6	—	—	—
23	39	16	13	3	—	—
23,5	40	5	5	—	—	—
24	46	21	11	9	1	—
24,5	49	10	3	6	1	—
25	52	18	3	8	6	1
25,5	54	14	—	5	5	1
26	60	9	—	3	6	—
26,5	66	3	—	—	2	1
27	70	2	—	—	1	1

Die 3 Augen von 25—45 Jahren, welche eine Tension von 23° To. besitzen, gehören, wie aus Tab. V zu ersehen ist, sämmtlich Individuen an, deren Ernährungszustand ein abnorm schlechter, deren allgemeiner Blutdruck ein abnorm geringer war. Mosimann, Joh., Nr. 21, war 3 Wochen vor der Messung an hochgradiger Perichondritis laryngea hereingebracht worden und hatte nur durch schleunige Tracheotomie vor dem Ersticken geschützt werden können. Grimm, Joh., Nr. 22, litt an ausgedehnter leukämischer Anschwellung sämmtlicher Lymphdrüsen; die Augen waren intact geblieben. Ich glaube daher, diese 3 Augen dürfen, da sie Individuen angehörten, deren allgemeiner Tonus zur Zeit der Messung ein abnorm schwacher war, bei den aus Tab. VI zu ziehenden Schlüssen mit Fug übergangen werden.

Aus obiger Zusammenstellung geht hervor:

Tension 22—23,5° To. kommt gewöhnlich nur bei Augen unter 25 Jahren vor; Tension 24 und 24,5° To. wird in jedem Alter bis zum 65. Jahre beobachtet, fast ebenso häufig unter 25 als zwischen 25 und 45 Jahren, über 45 selten. Tension 25° To. ist nur in 17% der Fälle beobachtet für ein Alter unter 25 Jahren, die übrigen 83% vertheilen sich ziemlich gleichmässig auf das Alter von 25—45 und das über 45 Jahren. Tension 25,5° To. ist nur beobachtet in einem Alter über 25 Jahren und zwar ziemlich gleich häufig zwischen 25 und 45, als über 45 Jahren. Tension 26 ist in doppelt so viel Fällen über 45 als zwischen 25 und 45 Jahren beobachtet, und Tension 26,5 und 27 gehört endlich allein dem Alter über 45 Jahren an.

Als Resumé unsrer Analyse ergibt sich:

1. Die normale Spannung für Augen unter 25 Jahren schwankt gewöhnlich zwischen 22,5 und 24° To. = 27—46 Mm. Hg. Eine Schwankung von 22—25° To. = 30—54 Mm. Hg. liegt aber noch innerhalb der physiologischen Breite. Als Mittelwerth sind 23° To. = c. 40 Mm. Hg. zu betrachten;
2. Augen zwischen 25 und 45 Jahren besitzen eine durchschnittliche normale Spannung von 25° To. = 52 Mm. Hg., mit einer gewöhnlichen physiologischen Breite von 24—26° To = 40—60 Mm. Hg.;
3. Augen zwischen 45 und 65 Jahren besitzen eine durchschnittliche normale Spannung von 25,5° To. = 54 Hg. Mm. mit einer physiologischen Schwankung von 24—27° To. = 46—70 Mm. Hg.;

4. die physiologische Spannung von Augen über 65 Jahren schwankt zwischen 25 und 27° To. = 52—70 Mm. Hg. mit einem Mittelwerth von 26° To. = 60—64 Mm. Hg.

Wir bekommen also folgende Zahlen:

unter	25 Jahren	Mittelwerth	23° To.	= 40 Mm. Hg.,	
zwischen	25 u. 45 „	„	25° „	= 52 „	„
„	45 u. 65 „	„	25,5° „	— 54 „	„
über	65 „	„	26° „	= 60 „	„

d. h. der normale intraoculäre Druck steigt mit den Lebensjahren.

Atropinwirkung.

Dass Atropin den intraoculären Druck herabsetzt, hatte A. v. Graefe vor langem als Resultat klinischer Erfahrungen erkannt und ausgesprochen. Seitdem haben verschiedene Autoren diese Wirkung des Atropins bestätigt, zum Theil experimentell nachgewiesen. Grössere Meinungsverschiedenheit herrscht gegenwärtig über die Frage, um wie viel, als über die, ob Atropin den intraoculären Druck herabsetzt. Dor*) fand eine stete Druckverminderung von 1—3° To. Weber**) will zuweilen eine solche von 10—14° To. gesehen haben, welches Resultat uns nur verständlich ist, wenn es uns erlaubt ist, statt 10—14° To. zu lesen 10—14 Mm. Hg. Adamük gibt in seiner Arbeit: „Over den Invloed van Atropine op de intraoculaire Drukking"***) als Maximum der druckvermindernden Atropinwirkung 6 Mm. Hg. an. Stellwag von Carion†) erklärte aber entschieden, „dass manometrische Versuche für den directen Einfluss der Mydriatica und „Myotica auf den intraoculären Druck gar nichts beweisen, da „mit der Eröffnung der Bulbuskapsel die Autonomie des Binnenstromgebietes und die Stabilität der intraoculären Blutmenge aufgehoben, dem Ciliarmuskel ein grösserer Einfluss auf die Spannung der Sklera eingeräumt ist", und fügte ebendaselbst bei, „dass nur tonometrische Versuche als mögliche Belege für den „directen Einfluss jener Mittel auf die Höhe des intraoculären „Druckes übrig bleiben." Durch den letzten Ausspruch ermuthigt, machten wir uns daran, die Atropinwirkung in einer Reihe von

*) Arch. f. Ophth. XIV. 1, 45.

**) Arch. f. Ophth. XIII. 1, 250.

***) Physiolog. Laborator. v. Utrecht 70.

†) Der intraoculäre Druck und die Innervationsverhältnisse der Iris. 1868.

Fällen mit Hülfe des Dor'schen Instrumentes zu prüfen. Die 36 beobachteten Fälle sind in Tab. VII nach dem Grade der Atropinwirkung geordnet, mit Ausnahme zweier Fälle, die zu verschiedener Zeit nach der Atropininstillation tonometrirt wurden. Es wurden gewöhnlich 1—2 Tropfen einer Lösung von gr. 4 ad ℥i eingeträufelt.

Tab. VII.

Tonometrische Untersuchungen über den Einfluss des Atropins auf den intraoculären Druck.

Nr.		Kr.	To.	
			ante Atrop.	post Atrop.
1	Tschanz, Anna. O. s. Cataracta diabet.	15	26	26,5
2	Ead. O. d. Cataracta diabet.	14	26	26
3	Friedli, Friedr. O. s. norm.	15	24	24
4	Lehmann, Christ. O. s. norm.	13,5	24	—
	1 Stunde nach Instillation von Atrop. . .	—	—	24
5	Kunz, Samuel. O. d. norm.	16	26,5	26,5
6	Mai, Adolf. O. s. norm.	16	24	24
7	Niklaus, Gottfried. O. d. norm.	15	24,5	24
8	Emm, M. O. d. Atrophia nerv. opt.	18	23	22,5
9	Brechbühl, Ulrich. O. d. norm.	14	24	23,5
10	Wittmer, Christ. O. s. norm.	14	23	22,5
11	Flückiger, Andreas. O. d. norm.	14	24	23,5
12	Bosch, Joh. O. s. norm.	18	22,5	—
	24 St. n Inst.	—	—	22
13	Koller, Lina. O. d. norm.	17	24	23,5
14	Hiltbrunner, Gottfried. O. d. norm.	15	25,5	25
15	Zehnder, Joh. O. s. norm.	13	25,5	25
16	Rüfenacht, M. O. d. norm.	14	24	23,5
17	Frei, Marie. O. d. norm.	16	25,5	24,5
18	Ead. O. s. norm.	15	25,5	24,5
19	Detten, Elisab. O. s. Iritis	19	25	24
20	Ueltschi, Henriette. O. s. Cataract. moll.	17	25	24
21	Burri, Anna. O. s. norm.	18	24,5	—
	1 St n. Inst.	—	—	24
	24 „ „ „	—	—	23,5
22	Zingg, Rosina. O. d. norm.	17,5	23	—
	1/4 St. n. Inst.	—	—	23
	24 „ „ „	—	—	22.
23	Ryf, Christ. O. s. norm.	19	22	—
	24 St. n. Inst.	—	—	21

Nr.		Kr.	To. ante Atrop.	To. post Atrop.
24	Bickel, Carl. O. s. Alte Retino-chorioid.	15	25,5	—
	24 St. n. d. Inst.	—	—	24,5
25	Id. O. d. Alte Retino-chorioid.	16	24,5	—
	24 St. n. Inst.	—	—	23,5
26	Zwahlen, Christ. O. s. norm.	16,5	23	22
27	Aeschbach, Abrah. O. d. norm.	15	25	24
28	Detten, Elisab. O. d. Iritis	19	24,5	23
29	Leuenberger, Joh. O. d. norm.	18	24,5	23
30	Nussbaum, Christ. O. d. norm.	17	25	23,5
31	Marti, Elisab. O. d. norm.	14,5	27	25,5
32	Ueltschi, Henriette. O. d. Cataract. moll.	—	25	—
	48 St. n. Inst.	17	—	23
33	Nussbaum, Christ. O. s. norm.	18	24,5	22,5
34	Zwahlen, Joh. O. d. norm.	17,5	25	23
35	Id. O. s. norm.	17,5	25	23
36	Dreier, Anna. O. s.	14,5	24,5	22,5

Setzen wir an der Hand der Tab. I für die Spange der physiologischen Grenzschwankung des intraoculären Druckes den durchschnittlichen Werth von 0,5° To. = 6 Mm. Hg., so ergibt sich aus obigen Beobachtungen:

Tab. VIII.

Zahl der Fälle, beobachtet in %			Tonom.-Grad	Mm. Hg.-
1	3	Atropin bedingte eine Drucksteigerung von . .	0,5	6
6	16	„ „ „ „ „ . .	0	0
11	29	„ „ „ Druckverminderung von .	0,5	6
11	29	„ „ „ „ „ .	1	12
4	10	„ „ „ „ „ .	1,5	18
5	13	„ „ „ „ „ .	2	24

Der erste Fall überraschte uns durch sein unerwartetes Resultat nicht wenig; es wurde daher die Messung mit Sorgfalt mehrere Male wiederholt, immer mit demselben Erfolg. Da aber der Fall einzig dasteht und die Drucksteigerung eine unbedeutende ist, so bin ich geneigt, ein Fragezeichen hinter den-

selben zu setzen, da 0,5° To. innerhalb die Fehlerquellen des Tonometers fällt, auch bei der sorgfältigsten Application. Eine Erhöhung des intraoculären Druckes durch Atropin hat Monnik in 2 Fällen beobachtet; beide Fälle aber waren mit hintern Synechien complicirt. Die durch das Atropin an den Adhäsionsstellen verursachte Zerrung der Iris mag wohl eine abnorme Reizung des Trigeminus verursacht haben und so die der gewöhnlichen entgegengesetzte Atropinwirkung erklären. Sind die von A. v. Graefe erwähnten Fälle, wo bei chronischem Glaukom Atropin einen acuten Insult auslöste, wohl nicht so aufzufassen, dass der Trigeminus, der in vielen Fällen von Glaukom in einem Zustand abnormer Erregung sich befindet, ja desswegen wahrscheinlich häufig die Ursache des Glaukoms ist, unter seltenen, uns nicht näher bekannten Umständen auf den Atropinreiz ganz fremdartig reagirt?

In unsrem Falle 1 hatte sich die Pupille nach der gewöhnlichen Atropininstillation regelmässig, aber nur mässig, lange nicht ad maximum erweitert. In vollen 80 % unsrer Fälle ist eine Herabsetzung des intraoculären Druckes beobachtet, die in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle 0,5—1° To. = 6—12 Mm. Hg. beträgt, ein Ergebniss, das am meisten mit den Dor'schen Angaben zusammentrifft.

In nicht geringem Grade scheint die druckvermindernde Wirkung des Atropins von der Zeit abzuhängen, die demselben zur Entfaltung seiner Wirkung eingeräumt wird; leider sind die Beobachtungen über diesen Punkt sehr ungenau, weil ich erst spät darauf aufmerksam wurde. In Fall 22 zeigte sich 1/4 Stunde nach der Einträuflung bei vollständig dilatirter Pupille noch kein Effect, während nach 24 Stunden die Tension um 1° To. gesunken war; ähnlich in Fall 21, wo nach der ersten Stunde eine Tensionsverminderung von 0,5° To., nach 24 Stunde eine solche von 1° To. constatirt wurde. Bevor ich dieses Verhältniss beachtete, hatte ich öfters die zweite Messung schon 1/2—1 Stunde nach der Einträuflung angestellt; hierin werden zum Theil die 6 Fälle, bei denen keine Druckverminderung beobachtet wurde, ihre Erklärung finden. Alles in Allem ist die druckvermindernde Wirkung des Atropins für die grosse Mehrzahl der Fälle tonometrisch nachgewiesen, eine ausnahmsweise drucksteigernde Wirkung dieses Mittels für Augen ohne Irisverlöthungen und ohne Glaukom eine höchst fragliche, während in einer kleinen Quote

von Fällen überhaupt keine Wirkung manifest geworden ist.

Einfluss der Iridectomie auf den intraoculären Druck.

Angaben über den Einfluss der Iridectomie auf die Höhe des intraoculären Druckes, gestützt auf Tonometer oder Manometer, liegen bis jetzt nur wenige vor. Dor schätzte nach früheren Messungen die druckvermindernde Wirkung der Iridectomie 8 Tage nach der Operation auf durchschnittlich 5° To. Hippel und Grünhagen*) stellten manometrische Versuche über diese Frage an normalen Thieraugen an. In den 4 von ihnen mitgetheilten Experimenten schwankt die Druckherabsetzung zwischen 4 und 19 Mm. Hg. mit einem Durchschnittswerth von 12,5 Mm. Sie excidirten dabei wenigstens $^1/_6$ der Iris und stellten die zweite Messung erst nach mehreren Tagen an, wenn die gesetzte Wunde fast vernarbt war. Wir lassen hier einige tonometrische Beobachtungen folgen, die nach der andern Messungsmethode zum grössern Theil von Dor selbst in der Berner Klinik ausgeführt worden sind. (— 10 bezeichnet einen Druck unter 10, der nicht genauer mit dem Tonometer gemessen werden kann.)

Tab. IX.

Tonometrische Untersuchungen über den Einfluss der Iridectomie auf den intraoculären Druck.

Nr.		Kr.	Tens. ante Irid.	Tens. post. Irid.
1	Gerber, Ulr., 65 J. O. d. Cataract. Iritis plast. . .	15	28,5	—
	unmittelbar nach der Iridectomie	—	—	—10
	6 Tage „ „ „	—	—	24,5
2	Sommer, A., 75 J. O. d. Glaukom	15	27,5	—
	6 Tage n. d. Irid.	—	—	26
3	Ead. O. s.	14	29	—
	8 Tage n. d. Irid.	—	—	26,5
4	Feller, David, 54 J. O. s. Glaukom	17	27	—
	8 Tage n. d. Irid.	—	—	26

*) Arch. f. Ophth. XIV. 1, 44.

Nr.		Kr.	Tens.	
			ante Irid.	post. Irid.
5	Hirschi, Elis., 59 J. O. s. Glaukom	19	26	—
	11 Tage n. d. Irid.	—	—	23
6	Ead. O. d. Glaukom	19	27	—
	7 Wochen n. d. Irid.	—	—	24,5
7	Franz, J., 20 J. O. s. Glaukom secund. Pannus .	17	30	—
	9 Tage n. d. Irid.	—	—	19
8	Id. O. d. Leucom. Pannus	18	27	—
	9 Tage n. d. Irid.	—	—	16
9	Detten, Elis., 25 J. O. s. Iritis	19	25	—
	unmittelbar n. d. Irid.	—	—	—10
	3 Tage „ „ „	—	—	19,5
	10 „ „ „ „	—	—	20,5
10	Ead. O. d. Iritis	19	24,5	—
	unmittelbar n. d. Irid.	—	—	—10
	3 Tage „ „ „	—	—	20
	10 „ „ „ „	—	—	20
11	Wenger, Kath., 57 J. O. d. Irido-chorioiditis . .	18	24,5	—
	2 Tage n. d. Irid.	—	—	16
	8 „ „ „ „	—	—	22
12	Ead. O. s. Irido-chorioid.	18	23	—
	2 Tage n. d. Irid.	—	—	11
	8 „ „ „ „	—	—	21,5
13	Imhoof, Jak., 46 J. O. d. Glaukom	15	30	—
	9 Tage n. d. Irid.	—	—	28
14	Id. O. s. Glaukom. Synech. post.	16	29	—
	9 Tage n. d. Irid.	—	—	25,5
15	South, Charles, 54 J. Glauk. O. d.	13	30,5	—
	8 Tage n. d. Irid.	—	—	27,5

In 2 Augen mit Secundärglaukom nach Hornhauterkrankung (7 und 8) sehen wir noch 9 Tage nach der Iridectomie den intraoculären Druck noch abnorm tief, d. h. um 11° To. niedriger, als vor der Operation. Berücksichtigen wir diese beiden Augen bei der Berechnung eines Mittelwerthes, so erhalten wir eine Herabsetzung des intraoculären Druckes nach 6 oder mehr Tagen nach ausgeführter Iridectomie von c. 4° To. = 48 Mm. Hg. — wenn wir wie früher 1° To. durchschnittlich = 12 Mm. Hg. setzen —; lassen wir aber die Augen 7 und 8 als Ausnahmen fallen, so erhalten wir als Mittelwerth 2,8° To. = 33 Mm. Hg.

Diese Resultate stehen also in der Mitte zwischen den Angaben der oben erwähnten Autoren. Dass auch der geringere

Mittelwerth, 33 Mm. Hg., den aus den Experimenten von Hippel und Grünhagen hervorgehenden um mehr als das Doppelte übersteigt, erklärt sich wohl daraus, dass diese letztern an normalen Augen kleinerer Thiere experimentirten, während unsere Messungen sich auf Menschenaugen meist mit pathologisch gesteigertem Drucke beziehen.

Pathologische Augen.

Als letzten, eigentlich praktischen Abschnitt stellen wir hier die tonometrischen Messungen von 108 pathologischen Augen zusammen. Dieselben sind nicht nach den verschiedenen Krankheitsformen gruppirt, sondern reihen sich einfach nach ihren Druckwerthen an einander. Obschon das Augenmerk darauf gerichtet war, möglichst zahlreiche Krankheitsformen zu berücksichtigen, so wurde doch die grösste Aufmerksamkeit dem Glaukom zugewendet. Die Krümmung ist in sämmtlichen Fällen der Vollständigkeit halber angegeben, wie immer in Zwanzigstelmillimeter.

Tab. X.

Tonometrische Untersuchungen von 108 pathologischen Menschenaugen.

Nr.		Kr.	To.
1	Klaefiger, Gottl., 13 J. O. s. Phthisis bulbi nach Irido-chorioid.	18	— 10
2	Idem. O. d. Hyaloiditis purulenta	18	13
3	Liechti, Jakob, 15 J. O. d. Phthisis bulbi nach Cyclitis O. s. normal To = 23,5.	17	13
4	Jost, Elisab., 28 J. O. d. Phthisis bulbi incipiens nach Cataracta traumatica, mit Synechia post.	8	14
5	N. N. m. O. s. Sclero-irido-chorioiditis, Synech. post, plastisches Exsudat bedeckt einen Theil der Pupille. Taschenuhrzeiger werden deutlich erkannt	13	14
6	Perillaz, Henriette, 58 J. O. s. Iritis sympathica, Cataracta	17	16
7	Mann, Henri, 61 J. O. s. Phthisis nach Trauma, grosses vorderes Scleralstaphylom. V = 0	13	16
8	Butcher, William, 45 J. O. d. Vor einem Monat wegen Iritis und Hypopion-keratitis iridectomirt. V = $^4/_{200}$	15	16
9	Waldmann, Samuel, 30 J. O. d. Phthisis b. nach Cyclitis	17	16,5

Nr.		Kr.	To.
10	Hemphraire, James, 26 J. O. s. Myop. $^1/_6$. Grosses hint. Staphylom. Solutio retinae	15	17
11	Hobbs, Marie, 40 J. O. d. Alte Irido-chorioiditis, Iridektomie vor 6 und vor 2 Jahren, V quantit. . . .	13	18
12	Groslégier, Jean, 30 J. O. s. Hydrophthalmus congenitus, geschrumpfte Linse mit iritischen Adhäsionen. V $^1/_{80}$	17	18
13	Riesen, Samuel, 39 J. O. d. Iritis sympath. Cataracta. V quantit.	13	21
14	Mosimann, Joh., 15 J. O. d. Cicatrix corneae nach Trauma, Synech. ant.	14,5	21,5
15	Bürk, Marie, 17 J. O. s. Alte Irido-chorioiditis, vor 8 Monaten Iridektomie, Linse seit 14 Tagen getrübt. (O. d. norm. To. 24)	15,5	21,5
16	Brager, Joseph, 45 J. O. s. Ablösung der untern Hälfte der Retina. Grosses, unregelmässiges hinteres Staphylom und Chorioiditis atrophica. Zählt Finger auf 3′	14	21
17	Levi Samuel, 23 J. O. d. Abgelaufene Kerato-iritis syphil. (Lues congen.) Pupille durch Atropin nur wenig, unregelmässig erweitert	14,5	22
18	Wüthrich, Christ., 35 J. Morbus Basedowii. Hochgradige Protrusion beider Augen, so dass die Lider nicht ganz geschlossen werden können. O. d. V = $^{10}/_{200}$ Keratitis ulcerosa	17	22
19	Brager, Joseph (Nr. 16). O. d. Myopie $^1/_4$ grosses sichelförmiges hint. Staphyl.	14	22,5
20	Rindlisbacher, Christ., 75 J. O. s. Iritis sympath. . . .	15	22,5
21	Wenger, Katharine, 37 J. O. s. Irido-chorioiditis	18	23
22	Leuenberger, Abraham, 15 J. Atrophia alba	18	23
23	Zwahlen, Christ., 36 J. O. s. Paralyse sämmtl. Aeste d. N. oculo-motor. s. mit Ausnahme des Ciliarzweiges, Paralys. trigem. sin. V. norm.	16,5	23
24	Locher, Anna, 29 J. O. s. Solutio retin.; fast totale Gesichtsfeldbeschränkung; nur auf einer kleinen excentrischen Stelle, V = $^3/_{200}$	19	23
	Nach Punktion des retroretinalen Exsudates To. 19.		
25	Siegenthaler, Joh., 47 J. Trauma bulbi, Luxatio lentis, Irisruptur, Blutaustritt in d. vord. Kammer, in Glaskörper und Retina	13,5	23
26	Grimm, Christ., 66 J. O. d. Cataracta incipiens. Leukaemia	14	23
27	Mischler, Anna, 55 J. O. d. Synechia post.	16	23,5
28	Bälli, Anna, 22 J. O. s. Cataracta diabet. Hyp. $^1/_{24}$ . .	18	23,5
29	Seiler, Friedr., 27 J. O. s. Haemeralopia ohne ophthalmoskopisch wahrnehmbare Veränderungen und ohne Gesichtsfeldbeschränkung	16	23,5

Nr.		Kr.	To.
30	Smith, Alfred, 16 J. O. d. Cataract. mollis, Strab. diverg.	14	23,5
31	Mischler, Anna, (Nr. 27). O. s. Synech. post., Obscurat. corp. vitr.	15	24
32	Seiler, Friedr. (Nr. 29) O. d	16	24
33	Mürner, Peter, 30 J. O. s. Alte traumat. Linsenluxation, Synech. poster. V. quantit.	15	24
34	Bickel, Karl, 56 J. O. d. Alte Chorioidit. mit plastisch. Exsudaten	17	24,5
35	Nussbaum, Christian, 37 J. O. s. Retinitis pigment. . . .	17	24,5
36	Wenger, Kathar. (Nr. 21). O. d. Irido-chorioiditis . . .	18	24,5
37	Waldmann, Samuel, 30 J. (Nr. 9). O. s. Iritis sympath. .	14	25
38	Weber Joh., 42 J. O. s. Atroph. nerv. opt.	19	25
39	Rindlisbacher, Christ., 75 J. (Nr. 20). O. d. Luxatio lentis	13	25
40	Detten, Elisabeth. O. s. Iritis	19	25
41	Ueltschi, Henriette, 45 J. O. s. Cataracta	17	25
42	Ead. O. d. Cataracta	17	25
43	Zwahlen, Joh., 54 J. O. d. Atroph. nerv. opt. V. quant.	17,5	25
44	Id. O. s. Id.	17,5	25
45	Groslégier, Jean, 30 J. (Nr. 12). Hydrophth. cong. O. d. Linse luxirt, leicht flottirend. V. quantit.	17	25
46	Nussbaum, Christ., 37 J. (Nr. 35). O. d. Retin. pigment.	17	25
47	Rainbow, Henry, 56 J. O. s. Vor 17 Monaten wegen Glaucom. iridect., Gesichtsfeldbeschränkung gegen d. Nase zu, liest Sn. 6	13	25
48	Philipp, Thomas, 60 J. O. s. Fast totale Paralyse sämmtlicher Recti seit 14 Tagen. (O. d. norm. To 25) .	16	25
49	Levi, Samuel, 23 J. (Nr. 17). O. s. Abgelaufene Kerato-iritis syphilit. Occlusio pupillae	15	25,5
50	Bickel, Karl, 56 J. (Nr. 34). O. s. Chorioidit. plast. mit Obscurat. corp. vitr.	16	25,5
51	Foge, James, 51 J. O. s. Aphakia nach Linearextraktion. $V = {}^2/_{200}$	14	26
52	West, William, 73 J. O. s. Synech. ant. Occlusio pup. .	13	26
53	Hemphraire, James, 26 J. (Nr. 10). O. d. Myop. $^1/_4$ . .	14,5	26
54	Hawkins, Mary, 42 J. O. d. Ablösung der untern Hälfte der Netzhaut, spontan, seit 5 Wochen. In d. ob. Hälfte des Gesichtsfeldes V = 0, in der untern werden Finger deutlich gezählt. (O. s. norm. To. 23)	15	26
55	Tschanz, Anna, 44 J. O. d. Cataracta diabet.	14	26
56	Ead. O. s. „ „	14	26
57	Möri, Elisab., 58 J. O. s. Cataracta matura	15	26
58	Hirschi, Elisab., 59 J. O. s. Glaucom. chron.	19	26
59	Mäder, Samuel, 34 J. O. s. Synech. post.	19	26
60	Weber, Joh., 41 J. (Nr. 38). O. d. Atroph. nerv. opt. . .	19	26

Nr.		Kr.	To.
61	Wüthrich, Christ., 35 J. (Nr. 18). O. s. Morb. Basedowii. V = $^5/_{200}$	17	26
62	Borlat, Susanne, 54 J. O. d. Glaucoma	19	26,5
63	Ead. O. s. „	18	26,5
64	N. N. w. O. s. Glaucoma und Cataracta incipiens. V. quantit.	13	26,5
65	Javener, William, 44 J. O. d. In der Heilung begriffene Hypopion-keratitis mit hint. Synechie. (O. s. norm. To. 27) Patient kneifte stark	15	27
66	Carpenter, Elisab., 45 J. O. s. Acutes Glaucom	13	27
67	Möri, Elisab., 58 J. O. d. Aphakia, 3 Jahre nach Reclination	13	27
68	Feller, David, 54 J. O. s. Glaucoma	17	27
69	Hirschi, Elisab., 59 J. (Nr. 58). Glaucoma chron.	19	27
70	Franz, Joseph, 20 J. O. d. Staphylom. corneae, Glauc. secund.	18 5	27
71	Gerber, Ulrich, 65 J. O. d. Cataracta pigmentosa. Viel braunes bis schwarzbraunes Pigment war in der cataractösen Linse, besonders dicht in den Randpartien abgelagert	15	27.5
72	Stettler, Marie. O. d. Cataracta	13,5	27
73	Ead. O. s. „	15	27,5
74	Sommer, Anna, 75 J. O. d. Glaucoma. V = $^1/_{40}$ . . .	15	27,5
75	Aeschbach, Abraham, 51 J. O. s. Cataracta secund. Vor 5 Monaten war ein traumat. Cataract nach Graefe extrahirt worden. (O. d. norm. To. 25)	14	27,5
76	Marti, Elisab., 50 J. O. d. Chorioiditis serosa, Staphyl. post. V = $^{10}/_{40}$	14,5	28
77	Ead. O. s. Chorioiditis serosa, Staphyl. post.	15	28
78	Carpenter, Elisab., 45 J. (Nr. 66) O. d. Wegen Glaukom vor 2 Monaten iridektomirt. V. quantit	14	28
79	Lewell, John, 68 J. O. s. Glaucoma chronic.	16	28
80	Hunt, Sarah, 23 J. O. d. Starke Myopie, Glaucoma chron. Mässige Beschränkung des Gesichtsfeldes, Uhrzeiger werden erkannt	15	28
81	N. N. w. (Nr. 64). O. d. Glaucoma. V = $^2/_{200}$	13	28
82	Mann, Henri, 61 J. (Nr. 7). O. d. Myopie $^1/_4$, colossales, unregelmässiges, hinteres Staphylom, Gesichtsfeldbeschränkung nach unten innen	13,5	28
83	Boilat, 52 J. O. d. Chorioretinitis, vollständige Atrophie des Nerv. opt. und der Retina; ausgedehnte gelbe plast. Exsudate, Maceration d. Chorioidalpigmentes und Anschwemmung zu dichten Schollen. V. quantit. . .	14,5	28
84	Schild, Niklaus, 60 J. O. d. Glauc. chron.	19	28
85	Ritz, Joseph, 64 J. O s. Atrophia nerv. opt. V = 0 .	15	28
86	Id. O. d. „ „ „ V. quantit.	15	28

Nr.		Kr.	To.
87	Gerber, Ulrich, 65 J. (Nr. 71). O. s. Cataracta pigment. .	15	28,5
88	Jones, John, 42 J. O. s. Sarcoma chorioideae	16	28,5
89	Imhof Jakob, 46 J. O. s. Synechiae post Glauc. secund. chron. Mässige Beschränkung des Gesichtsfeldes. V = $^{15}/_{50}$	16	29
90	Sommer, Anna, 75 J. (Nr. 72). O. s. Glaucoma chron. V = $^{1}/_{15}$	13	29
91	Boilat, Augustin, 52 J. (Nr. 83). O. s. Stat. wie in O. d. V. quantit.	13	29
92	Rohrbach, Marie, 55 J. O. s. Glaucoma chron. V = $^{2}/_{30}$	18	29
93	Imhof, Jakob, 46 J. (Nr. 89). O. d. Vielfache hintere Synechien, Secundärglaucom. V. quantit.	15	30
94	Franz, Joseph, 20 J. (Nr. 70). O. s. Leucoma, Glaucoma	17	30
95	Delpech, François, 25 J. O. s. Glaucoma	19	30
96	Id. O. d. „	19	30
97	Coles, Thomas, 50 J. O. s. Glaucoma, vor 2 Monaten iridektom., liest Jäg. 6	13,5	30
98	Thomson, William. O. s. Glaucom. chron.; nach einem acuten Insult vor 2 Monaten iridektomirt; Iris im äussern Wundwinkel eingeklemmt	16	30
99	Napper, George, 36 J. O. d. Keratoconus. Alte, multiple hintere Synechien, neue iritische Reizung. Auf der untern Hälfte d. Cornea ein stark vaskularisirtes Leukom. V. quantitat. Patient gibt an, vor 9 Jahren an einer heftigen Entzündung dieses Auges gelitten und vor 7 Jahren dasselbe mit einer Fischgräthe verletzt zu haben	14,5	30
	Cornea O. s. normal gekrümmt, mit 1 kleinen Macula.		
100	South, Charles, 53 J. O. d. Glaucoma inflammat. V = liest Jäg. 3. Cataracta incipiens	13	30,5
101	Rainbow, Henry, 56 J. (Nr. 47). Glaucoma absolut. seit 9 Jahren. V = 0	12,5	30,5
102	Rohrbach, Marie, 55 J. O. d. Glaukom. V = 0 . . .	17	30,5
103	Warren, Alfred, 20 J. O. d. Iritis sympathica, Occlusio pupillae, Iris degenerirt und gegen die vordere Kammer ausgebuchtet	15	32
	O. s. war vor einiger Zeit enucleirt worden.		
104	Dickens, Marie, 58 J. O. s. Glauc. chron. V = 0 . .	13	33
105	Schild, Niklaus, 60 J. (Nr. 84). O. s. Glaucom. chron. u. Cataracta	19	33
106	South, Charles, 54 J. (Nr. 100) O. s. Glaucoma absolut., c. Cataracta. V = 0	12,5	36
107	Coles, Thomas, 50 J. (Nr. 97). O. d. Glaucom. V. quantitat. nach oben aussen, vor 2 Monaten iridektomirt . .	13	36,5
	Nachtrag.		
108	Watt, Emily, 8 J. O. d. Hyaloiditis plastica	17	16

Wollen wir, ähnlich wie Dor es gethan, die gemessenen Augen in 3 Kategorien nach ihrem Verhalten zum Normaldruck ordnen, so erhalten wir

1. Augen mit herabgesetzter Spannung:
   T. $< 22^0$ To. $= < 30$ Mm. Hg., Fall 1—17 und 108;
2. Augen mit normalem Druck:
   T. $= 22$—27^0 To. $= 30$—70 Mm. Hg., Fall 17—70;
3. Augen mit erhöhter Spannung:
   T. $> 27^0$ To. $= > 70$ Mm. Hg., Fall 71—107.

Diese Eintheilung wird aber, wie vorauszusehen ist, nicht eine scharfe sein können, erstens weil die von uns aufgestellten Grenzen für die physiologische Breite des normalen intraoculären Druckes möglicherweise nicht die alleräussersten sein dürften und zweitens weil ja diese Grenzen mit den Jahren sich verschieben. So muss wohl die Tens. $22{,}5^0$ To. im Fall 19 und 20 mit Berücksichtigung des Alters als herabgesetzt bezeichnet werden; umgekehrt muss im Fall 62 die Ten. $26{,}5^0$ To. als pathologisch gesteigert angenommen werden, da die sämmtlichen übrigen Symptome keinen Zweifel über die Natur der Krankheit aufkommen liessen.

In solchen Grenzfällen ist jedenfalls die Vergleichung mit einem zweiten normalen Auge von grösstem Werthe.

Im Allgemeinen bestätigen unsre Messungen nur die von Dor gefundenen Resultate und stimmen der Hauptsache nach auch mit den Monnik'schen Angaben. Ich will mich daher mehr über einzelne Fälle verbreiten, die ein besonderes Interesse zu verdienen scheinen, und einzelne Punkte erörtern, die es bis jetzt noch nicht genug sind oder in denen ich etwas von den genannten Autoren abweiche.

Ein Fall von Netzhautablösung wird von Dor besonders betont, in welchem eine Spannungserhöhung sicher constatirt wurde; er erklärt diese ungewöhnliche Erscheinung durch die Annahme einer intraoculären Geschwulst.

Diesem Falle habe ich meinen 54. Fall entgegenzuhalten, wo unzweideutig eine nicht mit Tumor complicirte Netzhautablösung, gepaart mit Tensionserhöhung, vorliegt. Patientin, die sich bis 5 Wochen zuvor eines normalen Gesichtes erfreut hatte, bemerkte deutlich, als sie eben ein Glas Ale anfassen wollte, wie sich plötzlich ein dunkler Schleier über ihr rechtes Auge legte. Dr. Morgan, house-surgeon im Moorfieldspital, versicherte mich, zuweilen im Anfangsstadium der solutio retinae eine Spannungserhöhung beobachtet zu haben, die aber später regelmässig einer abnormen Erweichung Platz machte. Die T. 26 halte

ich in unserm Falle entschieden für abnorm hoch, mit Rücksicht auf das Alter, besonders aber mit Rücksicht auf das linke, normale Auge mit T. 23.

Der nachgetragene Fall (108) von Hyaloiditis war von Interesse in diagnostischer Beziehung.

Patientin stellte sich Anfangs März in Moorfield's vor; nach wiederholter Untersuchung wurde ein nicht maligner Tumor diagnosticirt. Das Tonometer gab 16 ^{0} an und vorzüglich auf diese abnorme Druckherabsetzung, die übrigens durch die Palpation nur zu deutlich nachzuweisen war, gestützt, stellte ich obiger Diagnose die einer Hyaloiditis entgegen. Der Bulbus wurde enucleirt und einige Wochen später bekam ich denselben eröffnet zu Gesicht. Ich erlaube mir, etwas näher auf diesen Fall einzugehen.

Sechs Monate vor der ersten Vorstellung trat Strabismus convergens auf; die Eltern des Mädchens, hiedurch aufmerksam gemacht, gewahrten bald, dass das rechte, abgelenkte Auge vollständig blind war. Patientin soll nie über Schmerzen geklagt, nie ein entzündetes Auge gehabt haben. Sie hat ein zartes, schwächliches Aussehen. Schon bei seitlicher Beleuchtung beobachtete man, scheinbar in geringer Entfernung hinter der Linse, eine mattgraue, concave Fläche, regelmässig glatt, ohne höckerige Hervorwölbung oder Vertiefung; über diese graue Fläche zogen reichliche Gefässe hin, die mit Retinalgefässen in Anordnung und Verlauf keine Aehnlichkeit hatten; es mussten neugebildete Gefässe sein. Die Untersuchung des durchgeschnittenen Bulbus ergab, dass die Hyaloidea in ihrer ganzen Ausdehnung sich zu einer gelblichgrauen, nicht collabirenden, schwartigen Schale verdickt hatte, die nach vorn unmittelbar an die Linse grenzte und aus der beim Durchschneiden das verflüssigte corpus vitreum ausgeflossen war. Die Verdickung betrug durchschnittlich 1 Mm., in der Gegend der Zonula Zinnii c. 3 Mm. Die Retina war an ihrer Stelle, und so viel makroskopisch zu sehen, unverändert. Die Schwarte bestand vorzüglich aus kleinen Rundzellen.

Dieser Fall erinnerte mich gleich Anfangs lebhaft an den Fall Klaefiger (1 und 2) aus der Berner Klinik; letzterer hatte aber insofern einen andern Verlauf, als der Prozess unter lebhaften Entzündungserscheinungen einherging, während dieselben bei der Watt nur unbedeutend sein konnten, da sie von den Eltern ganz in Abrede gestellt wurden. Zur Zeit der Enucleation war auch nicht die Spur einer Entzündung zu bemerken. Das Entzündungsprodukt bei Klaefiger war eitriger Natur, mit mehr gelblichgrauem Reflex — das Auge wurde als verloren nicht weiter berührt —, während es hier einen entschieden plastischen Charakter darbietet. Beide Fälle gehören einem sehr jugendlichen Alter an.

Der Fall Groslégier (12 und 45) bot eine der hochgradigsten Formen des congenitalen Hydrophthalmus; in beiden Augen war die vordere Kammer ungemein tief, Iris wegen den secundären Linsenveränderungen lebhaft zitternd. Das rechte Auge

hat eine T. weit unter der Norm (18⁰ To.), das linke zeigt eher eine Tendenz zur Drucksteigerung (25⁰ To.).

Ein ähnliches Verhalten finden wir in unserm einzigen Falle Morbus Basedowii (Wüthrich). In O. d. (18) beobachten wir eine Druckabnahme (22⁰ To.), in O. s. (61) eine Druckzunahme (26⁰ To.).

In Betreff der Spannungsverhältnisse bei Keratitis, Iritis und Irido-chorioiditis können wir einfach auf das von Dor*) Gesagte verweisen; einzig über die Fälle von Synechien lauten unsere Erfahrungen etwas anders. Wir müssen diess hervorheben, da auch Monnik behauptet, dass Augen mit hintern Synechien durch eine Druckabnahme sich kennzeichnen. In einer gewissen Anzahl Augen mit Synechien — hintere und vordere verhalten sich ähnlich — ist allerdings der Druck herabgesetzt (14, 17, 27); wir sind geneigt, die Phthisis hier bereits als eingeleitet zu betrachten (Dor). In andern Fällen aber (52, 59, 89, 93) sehen wir den Druck erhöht und ist anzunehmen, dass der mehr oder weniger glaukomatöse Zustand direkt von den Synechien, von der durch sie gesetzten fortwährenden Reizung der Iris, abhängig ist. Hier also der tonometrische Beleg für die Ansicht, dass Adhärenzen der Iris ein permanentes Verhängniss für die Augen sind, welches allerdings in vielen, ja in der Mehrzahl der Fälle das ganze Leben durch latent bleibt, allein zuweilen nach vielen Jahren noch seine verderbliche Wirkung ausübt, besonders wenn mit dem Alter die Disposition für Glaukom grösser geworden ist.

Die Iritis sympathica wirkt auf den intraoculären Druck ähnlich wie die gewöhnlichen Synechien. Im Auge 6 und 13 — beide mit Cataract complicirt — und 20 ist der Druck vermindert, in 103 bis zur Höhe von 32⁰ To. gesteigert. Ich sah in letzter Zeit 3 andere Fälle von Secundärglaukom nach Iritis sympathica, die ich nicht zu tonometriren Gelegenheit hatte. Der ausgesprochenste derselben kam im Londoner Guy'shospital (Dr. Bader) bei einem Knaben von circa 15 Jahren vor, der das eine Auge durch Verwundung verloren hatte; der Palpation nach zu schliessen betrug die Spannung ungefähr 30⁰ To.

Etwas auffallend ist die Drucksteigerung in einem Falle von alter, plastischer Chorio-retinitis mit Sehnervenatrophie (83 und 91).

---

*) Arch. f. Ophth. XVI, 1. 38.

Augen mit hochgradiger Myopie zeichnen sich nach Monnik durch Spannungserhöhungen aus. Nach unsern Messungen tendirt hochgradige Myopie nach beiden Extremen der Spannungsreihe. In 10 und 16 sehen wir grosse, hintere Staphylome mit Netzhautablösung gepaart, und es ist naheliegend, erstere für die Netzhautablösung verantwortlich zu machen. In 19 (O. d. von Brager) beobachten wir mit M. $^1/_6$ eine Tension von 22 ⁰ 5 To. unter der Norm für das 45. Lebensjahr; es ist zu fürchten, dass mit der Zeit ähnlich wie in 16 (O. s. von Brager) auch hier die unheilvolle Netzhautablösung sich einstellen wird. Im Gegensatz zu dieser Kategorie von Fällen finden wir in 53, 76, 77, 80 und 82 Myopie höheren Grades vereinigt mit Spannungserhöhung bis 28 ⁰ To ; zweifelsohne ist die Complication hier ebenfalls keine zufällige; die Ursache ist wohl im Reizzustande der Chorioidea zu suchen.

Fälle reiner Hypermetropie sind nicht notirt, da keine Spannungsanomalien unter denselben wahrzunehmen waren. Das Tonometer bestätigt somit den Ausspruch, dass das myopische Auge ein krankes Auge ist, während das hypermetropische vielmehr als ein gesundes betrachtet werden kann, entgegen dem „Myops in Miseries of a myops",*) welches das myopische Auge als ein ganz gesundes ansieht. Dass der betreffende Myops, selbst bei sehr schwacher Beleuchtung, sich mit dem Lesen des feinsten Druckes lange und angestrengt beschäftigen kann, beweist nichts gegen obigen Satz; ist ja diess ein bekanntes und erklärtes Symptom der Myopie.

In dem einzigen Falle von Keratoconus (99) beobachten wir eine beträchtliche Zunahme der Spannung (30 ⁰ To.), was mit den Beobachtungen von Graefe und Dor übereinkommt. Dass sich in unserm Falle ein Keratoconus entwickelt hat und nicht ein Hornhautstaphylom spricht dafür, dass die Drucksteigerung nicht sowohl durch die primäre Kerato-iritis bedingt war, sondern dass sie erst zu einer Zeit sich entwickelte, wo die Entzündung abgelaufen war und die Narbensubstanz ihre gehörige Festigkeit erlangt hatte. Am wahrscheinlichsten ist es, dass die Drucksteigerung durch die wulstigen, hintern Synechien hervorgerufen wurde. Dieser Fall illustrirt in deutlicher und prägnanter Weise den Satz, dass ein Missverhältniss zwischen der Resistenz der Cornea und des auf sie wirkenden Druckes die

---

*) Medical Times and Gaz. Sept. 3. 1870.

nächste Ursache des Keratoconus sein muss. Erst also Kerato-iritis, dadurch Veränderung der Textur und der Resistenzfähigkeit der Cornea, darauf secundäre Drucksteigerung und endlich noch ein Trauma, welches auch das seinige beigetragen haben mag, um die Widerstandsfähigkeit der Hornhaut herabzusetzen.

v. Graefe hatte gelehrt, dass eine bestimmte Disposition, vielleicht in den natürlichen Dickenverhältnissen der Cornea, obwalten muss, welche die Praedisposition für den Keratoconus abgibt, und nur des Hinzutrittes einer unbedeutenden Veränderung bedarf, um ihn hervorzurufen.*) Von den Dickenverhältnissen der Cornea ist bekannt, dass sie individuell innerhalb ganz bedeutender Grenzen variiren. Krause**) gibt z. B. 10 Corneadicken in Pariser Linien an; Jaeger jun.***) stellt 12 solche zusammen, nach Millimetern gemessen; als Extreme wurden gefunden:

von Krause: Dicke der dicksten Cornea: a. in der Mitte 0,53‴,
b. am Rand 0,63‴;
„ „ dünnsten „ a. in der Mitte 0,022‴,
b. am Rand 0,5‴;
von Jaeger: Dicke der dicksten Cornea: a. in der Mitte 1,2 Mm.
b. am Rand 1,4 Mm.
„ „ dünnsten „ a. in der Mitte 0,7 Mm.
b. am Rand 1,1 Mm.

Für die Corneadicke ergibt sich also aus relativ wenigen Messungen schon eine ansehnliche Breite der physiologischen Schwankung Wenn wir nun auch mit Helmholtz annehmen, dass bei vollkommen normaler Beschaffenheit der Cornea ein absolut zu hoher Druck niemals eine conische Gestalt derselben hervorbringen kann, sondern gerade in umgekehrter Weise die Krümmung der Hornhaut verringern muss, so ist anderseits gewiss eine ganz unbedeutende Ernährungsstörung und Herabsetzung der Resistenzfähigkeit nothwendig, um dem gesteigerten, intraoculären Drucke zu gestatten, eine extrem dünne Cornea conisch auszudehnen. Um eine conische und nicht irgend eine andere Form der Corneaausbuchtung zu erzeugen, scheint es gerade nothwendig, dass die Ernährungsstörung eine nicht zu bedeutende, aber über die ganze Cornea gleichmässig verbreitete sei; nur in diesem Falle können die natürlichen Dickenverhältnisse der Cornea in der Form der pathologischen Hervorwölbung sich manifestiren. In der Mitte ist die Cornea immer am dünnsten und nimmt gegen die Peripherie stetig an Dicke zu.

Die Dicke der Cornea beträgt
nach Krause: a. in der Mitte 0,022‴ — 0,5‴,
b. am Rand 0,05‴ — 0,7‴;

*) Arch. f. Ophth. IV. 2. 272.

**) Meckels Arch. f. Anat. u. Phys. 1832, pag. 113, und Poggendorf's Annalen Bd. 39, pag. 531.

***) Ueber die Einstellungen des dioptrischen Apparates im menschlichen Auge. 1861, 276 und 77.

nach Treviran: a. in der Mitte 0,3''' — 0,54''',
b. am Rand 0,5''' — 0,71''';
nach Jaeger: a. in der Mitte 0,7 Mm. — 1,2 Mm.,
b. am Rand 1,1 Mm. — 1,4 Mm.

Dass eine conische Cornea abnorm dünn sein muss, ob primär oder secundär, geht daraus hervor, dass es ungemein schwierig ist, die Spitze der Cornea anzufrischen, ohne die vordere Kammer zu eröffnen.

Die beiden Fälle von Paralyse der geraden Augenmuskeln (23 und 48) ergaben ein negatives Resultat; in 48 hat das zweite normale Auge ganz dieselbe Spannung, wie das mit den gelähmten Recti; für 23 ist die tonometrische Notiz des gesunden Auges verloren gegangen.

Ueber die Druckverhältnisse bei einfacher Cataract sind wir zu keinem positiven Schlusse gekommen; in der Mehrzahl der Fälle ist der Druck normal, in anderen Fällen (55, 56, 71, 72, 73, 87) manifestirt sich eine Neigung zur Drucksteigerung. Bei Cataracta diabetica hätten wir eher eine Druckabnahme erwartet.

Der Fall 88, Sarcoma chorioideae, zeigt eine mässige Zunahme der Bulbusspannung, 28,5 ⁰ To. Der Tumor nahm den grössern Theil der innern Hälfte des Bulbus ein, war von rundlicher Gestalt und von brauner Farbe. Der freie Theil des Augenhintergrundes erschien normal; Patient las damit noch gewöhnlichen Zeitungsdruck. Das Mikroskop demonstrirte Spindelzellen mit viel braunem Pigment.

Das Glaukom, die tonometrisch wichtigste Krankheit, stellt das grösste Contingent in Tabelle X. Die Tension der betreffenden Fälle schwankt zwischen 26 und 26,5 ⁰ To. zwischen 60 und 200 Mm. Hg. Dor hatte als Grenzwerth 30 und 46 ⁰ To. = 55 und 250 Mm. Hg. gefunden. Wir sehen hieraus abermals, dass mit Hülfe der Umsetzung der Tonometergrade in Hg. Mm. die frühern Dor'schen Messungen leicht mit den neuern verglichen werden können. Dass das Tonometer für das Glaukom von grossem, praktischen Werthe ist, und zuweilen die Indication für Iridectomie aufstellen kann, davon überzeugte ich mich wiederholt; hier nur ein Beispiel. Fall 79 kam in Moorfield's vor und bot Folgendes: Centraler Visus $^{1}/_{25}$, Gesichtsfeld nasalwärts bedeutend eingeengt, Papille atrophisch, pathologisch excavirt. Schmerzen, Regenbogenfarben hatte Patient nicht bemerkt, Glaskörper hell; der Weg soll aber dem Patienten in den letzten Jahren bald mehr, bald weniger neblig erschienen sein. Die Ten-

sion wurde nach der Palpation normal angesehen und Patient mit der Bemerkung entlassen, es sei gegenwärtig nichts für ihn zu thun, er solle sich wieder einstellen, falls die Sehkraft noch mehr abnehmen sollte. Eine bestimmte Diagnose wurde nicht ausgesprochen. Ich bat mir den Fall zur tonometrischen Untersuchung aus und fand hier die Bulbusspannung 28⁰ To., eher mehr als weniger, während das andere, gesunde Auge eine Tension von 26,5⁰ zeigte; offenbar lag hier eine Steigerung des intraoculären Druckes, wenn auch nur eine geringe, vor, die dem palpirenden Finger entging. — Für die Ansicht, dass die Drucksteigerung beim einfachen Glaukom auf einem abnormen Reizungszustand der im Trigeminus verlaufenden Sekretionsnerven beruhe und dass der Rigidität der Sklera, sowie der Arteriosklerose mehr die Rolle praedisponirender Momente zukommt, wurden in letzter Zeit durch die Experimente von Hippel und Grünhagen gewichtige Belege beigebracht. Ich möchte hier eine Thatsache noch besonders betonen, welche mir ebenfalls für diese Auffassung des Glaukoms zu sprechen scheint. In der Utrechter Klinik sah ich nämlich, wie Snellen den erhöhten intraoculären Druck durch subcutane Morphiuminjektionen häufig mit Erfolg bekämpfte, namentlich in Fällen, wo nach vorausgegangener Iridectomie die Spannung des Bulbus wieder eine pathologische Höhe erreicht hatte. Leider konnte ich damals keine tonometrische Messungen über diese druckvermindernde Wirkung des Morphiums anstellen. Wie soll man sich aber diese Morphiumwirkung vorstellen, wenn nicht durch den Trigeminus vermittelt, da ja experimentell constatirt ist, dass Reizung des Trigeminus durch Dilation der Iris- und Chorioidalgefässe, wie auch durch Verminderung der Filtrationswiderstände den intraoculären Druck steigert, während Reizung des Sympathicus denselben vermindert. Nicht mit Unrecht wären hier vielleicht auch die Temperatur- und Witterungseinflüsse in ihrem Connex mit dem Glaukom zu erwähnen. Dass harter, anhaltender Frost mit einem häufigern Auftreten der Glaukomfälle im Zusammenhange steht, wurde schon von verschiedenen Seiten beobachtet, so auch letzten Winter in exquisiter Weise in Moorfield's Hospital. Die auffallend grosse Anzahl Glaukomkranker, welche in den Monaten Januar, Februar und März dort zur Behandlung kamen, wurde von den HH. Dr. Hulke und Dr. Cooper entschieden auf die aussergewöhnliche Kälte, wie sie im Dezember und Januar herrschte, zurückgeführt.

Fragen wir uns zum Schlusse noch, wie lauten gegenwärtig die Ansichten über Tonometrie im Allgemeinen und wie weit ist dieselbe in der ophthalmologischen Praxis bis jetzt eingebürgert?

Während viele Ophthalmologen die einfache Palpation in praxi für ausreichend halten, empfinden andere ein lebhaftes Bedürfniss nach einem Ophthalmotonometer; allein mit keinem der bisher construirten konnten sich diese vollkommen befriedigt erklären. Wie viel das neuere Monnik'sche Instrument leisten wird, soll die nächste Zukunft lehren; ich reservire mir mein Urtheil über dessen praktischen Werth, da ich zu wenig mit demselben experimentirt habe; theoretisch muss es entschieden als ein Fortschritt in der Tonometrie begrüsst werden. Den materiellen, für den Praktiker nicht zu unterschätzenden Nachtheil hat das Monnik'sche Tonometer jedenfalls gegenüber dem Dor'schen, dass es ungefähr das Doppelte kostet und dieses eine immerhin noch bedeutende Ausgabe verursacht.

Das Dor'sche Instrument, unstreitig das beste aller frühern Tonometer, hat im Ganzen wenig Eingang gefunden; es ist dasselbe von einer nur beschränkten Anzahl von Ophthalmologen praktisch erprobt worden. Fast überall begegnet man der Ansicht, dass mit denselben nicht genauere Resultate als durch die blosse Palpation erzielt werden dürften, wesshalb bis jetzt allgemein nur palpirt und die Tension nach dem Vorgehen von Bowman durch die bekannten Zeichen Tn, T_1, T_2, T_3, $-T_1$, $-T_2$, $-T_3$ ausgedrückt wird. Dass es aber ein Irrthum ist, wenn man mit der Palpation die Genauigkeit des Dor'schen Tonometers zu erreichen meint, glaube ich hinlänglich nachgewiesen zu haben. Wie subjective Resultate die Palpation liefern kann, zeigte mir ein Fall in Moorfield's, bei dem zwei bewährte Fachmänner die Tension verschieden schätzten, der eine hielt sie für leicht erhöht, der andere für etwas niedriger als normal; es handelte sich also um eine Differenz von 2 Graden, von T_1 und $-T_1$.

Der Hauptgrund, warum das Dor'sche Tonometer nicht mehr Verbreitung gewonnen hat, scheint mir der zu sein, dass die Handhabung desselben eine nicht ganz leichte, die Messungsmethode eine nicht ganz einfache ist. Ich glaube, wie bereits oben erwähnt, dass von den wenigsten Seiten das Instrument richtig verstanden und richtig angewendet wurde. Als Beispiel mache ich

nur auf die in Zürich unternommenen Messungen*) aufmerksam. Ein doppelter Fehler lief bei denselben unter. Erstens wird die Krümmung um 10 Mm. zu hoch angegeben; statt 28—30 für die Krümmung normaler Augen sollte es heissen 18—20, da ja die Gradeintheilung des Bogens mit 10 beginnt, welche Zahl bedeutet, dass bei herabgelassener Feder 10 Gr. die Feder noch nicht zu bewegen, sondern erst zu aequilibriren vermögen, während 11 Gr. sie bis zum nächsten Theilstrich schieben. Für die Krümmungsmessung ist hingegen dieser Ausgangspunkt 10 stets Nullpunkt; von den erhaltenen Werthen muss daher stets 10 subtrahirt werden. Zweitens wurde die Krümmung erst nach der Druckmessung berücksichtigt, indem sie nachträglich vom Drucke abgezogen wurde, anstatt dass dieselbe von 2 Mm. abgezogen wurde, und zwar vor der Druckmessung.

Herr Emin**), welcher ziemlich bündig über den praktischen Werth des Dor'schen Tonometers abspricht, ist offenbar mit demselben nicht näher vertraut.

Eine Richtung, welche überhaupt auf die Tonometrie wenig Gewicht legt, scheint Stellwag von Carion zu vertreten. In seiner Arbeit über den intraoculären Druck und die Innervationsverhältnisse der Iris sagt er gleich Anfangs: „Ophthalmotonometer, welche nur den Widerstand des Bulbus gegen eine von aussen her einwirkende Kraft messen, sind keine geeigneten Instrumente, um die Grösse des Binnendruckes zu ermitteln, höchstens zur Erörterung von Differenzen in den Druckverhältnissen beider Augen desselben Individuums, da hier die Kapsel die gleiche Elasticität haben mag.“ Stellwag hat vollständig Recht, wenn er annimmt, dass die fühlbare Härte nicht der reine Ausdruck des intraoculären Druckes ist, da sie ausser durch diesen durch die Rigidität der Bulbuskapsel mitbedingt wird; es wäre allerdings richtiger, in der Tonometrie überhaupt nicht von Druckwerthen, sondern von Spannungsgraden oder besser von Widerstandsgraden zu sprechen; doch geht es auch, wenn man sich nur über die Bedeutung eines Ausdruckes verständigt. Mit dem Bade darf aber das Kind nicht ausgeschüttet werden. Es ist kaum abzusehen, dass wir mit Hülfe irgend eines andern Principes als dem in der Tonometrie angewendeten, den Widerstand

*) Ueber Hydrophthalmus congenitus. Inauguraldissertation von Wilhelm v. Muralt. Zürich 1869, pag. 39.

**) Etude sur les affections glaucomateuses de l'oeil par Mahomed Emin. Paris 1870.

des Bulbus gegen eine bestimmte, von Aussen wirkende Kraft zu messen, zu einer Schätzung des intraoculären Druckes am lebenden Menschen kommen werden. — Der Rigidität der Kapsel ist natürlich ebensowenig auszuweichen, bei der Palpation wie bei der Tonometrie. — Im Verlaufe der erwähnten Arbeit jedoch lässt Stellwag dem Tonometer eine gewisse Gerechtigkeit widerfahren, indem er die tonometrischen Versuche einzig als mögliche Belege für den directen Einfluss der Mydriatica und Myotica auf die Höhe des intraoculären Druckes hinstellt. Immerhin, äussert er sich, ist die wenn auch geringe Möglichkeit feiner, nur durch empfindliche Instrumente nachweisbarer Abweichungen der Bulbusconsistenz nicht ganz auszuschliessen. Die von ihm geforderten tonometrischen Belege für die druckherabsetzende Wirkung des Atropins glauben wir im dritten Abschnitt unserer Arbeit beigebracht zu haben.

Separatabdruck

aus dem Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde von *Knapp* und *Moos*.

II. Band. 2. Abtheilung. — Carlsruhe 1871.